

Année 1961 - N° 188

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DES EAUX-MÈRES
Travaux expérimentaux

Une application possible de leur utilisation :
L'Institut Marin
de La Baule-en-Bretagne

Travail de la chaire d'hydrologie de la Faculté de Médecine
et de Pharmacie de Bordeaux (Professeur P. CAZAUX)
et du Centre de Recherches Bioclimatiques de La Baule-
en-Bretagne (Docteur René DUBOIS).

Thèse pour le Doctorat en Médecine
présentée et soutenue publiquement

le Vendredi 3 Mars 1961 à 15 heures

par

Jean-Jôsé ROUSSIN

Né le 16 Janvier 1934 à MOIDON-LA-RIVIERE (Loire-Atlantique)

Examineurs de la Thèse	{	MM. GRISLAIN, professeur, Président	}	Juges
		VERAN, professeur		
		MONNET, professeur		
		BOUTELIER, professeur		

BORDEAUX
IMPRIMERIE SAMMARCELLI FRÈRES
80 bis, Cours de l'Argonne

Année 1961 - N° ~~1~~

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DES EAUX-MÈRES
Travaux expérimentaux

Une application possible de leur utilisation :
L'Institut Marin
de La Baule-en-Bretagne

*Travail de la chaire d'hydrologie de la Faculté de Médecine
et de Pharmacie de Bordeaux (Professeur P. CAZAUX)
et du Centre de Recherches Bioclimatiques de La Baule-
en-Bretagne (Docteur René DUBOIS).*

Thèse pour le Doctorat en Médecine
présentée et soutenue publiquement
le Vendredi 3 Mars 1961 à 15 heures

par

Jean-Jôsé ROUSSIN

Né le 16 Janvier 1934 à MOIDON-LA-RIVIERE (Loire-Atlantique)

Examineurs de la Thèse	{	MM. GRISLAIN, professeur, <i>Président</i>	}	<i>Juges</i>
		VERAN, professeur		
		MONNET, professeur		
		BOUTELIER, professeur		

BORDEAUX
IMPRIMERIE SAMMARCELLI FRÈRES
80 bis, Cours de l'Argonne



FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE NANTES

DIRECTEUR HONORAIRE DE L'ECOLE DE PLEIN EXERCICE :

M. Gilbert SOURDILLE.

DOYEN HONORAIRE DE LA FACULTE :

M. René AUVIGNE

PROFESSEURS HONORAIRES DE L'ECOLE DE PLEIN EXERCICE, DE L'ECOLE NATIONALE ET DE LA FACULTE :

MM. LASAUSSE, GUERITHAULT, GUEGUEN, PICARD, BALLET.

DOYEN : M. Yves BOQUIEN. — **ASSESEUR :** M. E.-P. LOSSOUARN

PROFESSEURS TITULAIRES

MM.

Clinique Médicale B	Y. BOQUIEN
Clinique Dermatologique	Y. BUREAU
Physique Médicale	M. DALLONGEVILLE
Pathologie Médicale	H. GIROIRE
Clinique Médicale Infantile	J. GRISLAIN
Anatomie Pathologique	J.-P. KERNEIS
Clinique Ophtalmologique	J. LEGRAND
Pharmacie Galénique	Ch. LE POLLES
Clinique Obstétricale	M. LEROUX
Chimie Pharmaceutique	E.-P. LOSSOUARN
Clinique Chirurgicale A	Ch. MIRALLIE
Matière Médicale et Pharmacologie	R. MONNET
Clinique Urologique	M. NEDELEC
Médecine Sociale et Médecine du Travail	P. PERRIN
Pharmacie Chimique	J. PLOQUIN
Pharmacodynamie et Chimie Biologique Pharmaceutique	Y. STEPHAN
Histologie	J. TUSQUES
Thérapeutique	P. VERAN

CHARGES DE COURS SANS LIMITE DE TEMPS

MM.

Physiologie	A. BOUTELIER
Clinique Chirurgicale B	R. BUREAU
Pathologie Chirurgicale	M. MOUSSEAU
Anatomie	E. PICHAT

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

MM.

Botanique et Cryptogamie	A. FOUCAUD
Physique	R. GUIHARD
Bactériologie	L. LE MINOR
Biochimie médicale	J. NORDMANN
Physiologie	F. VIOLETTE

AGREGES EN EXERCICE

MM.

Stomatologie	J. DELAIRE
Médecine Légale et Médecine du Travail	L. DUMORTIER
Médecine Générale	J. GUILLON
Ophtalmologie	F. HERVOUET
Médecine Générale	J. HOREAU
Obstétrique	P. HOULNE
Chirurgie Générale	P. MALVY
Chirurgie Générale	J. SOURDILLE

CHARGES DE COURS

MM.

Oto-Rhino-Laryngologie	F. BARON
Zoologie et Parasitologie	Ch. ROUSSEAU
Psychiatrie	L. CORMAN
Législation et Déontologie Pharmaceutique ..	P. JARDIN
Hydrologie Pharmaceutique	F. MONNIER
Radiologie	J. TARDIVEAU

Secrétaire de la Faculté : M. R. GUINEL

Bibliothécaire..... : Mme GALKOWSKI

AU DOCTEUR René DUBOIS

Sénateur, Maire de La Baule-en-Bretagne

Ancien chef de clinique des hôpitaux de Paris

Vice-président de la Société climatologique de Bretagne

De longues années d'application, d'efforts et d'observation vous ont permis de donner à cette ville de LA BAULE un cachet et une valeur qui lui sont propres... mais plus, c'est grâce à votre dévouement qu'elle deviendra non seulement un lieu de détente mais aussi une station où des humains pourront venir chercher un équilibre de vie saine dans cette époque où certains aspects du progrès tendent à la compromettre si fréquemment.

Nous vous remercions de l'exemple que vous nous donnez.

AU DOCTEUR H. DE LOTURE

*Assistant de la Faculté de Médecine et de Pharmacie
de Bordeaux*

qui nous a inspiré cette thèse et a su
nous conseiller.

A MONSIEUR J. CANELLAS

*Docteur en pharmacie
Chef de travaux pratiques de pharmacodynamie
à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux
Chargé de cours à l'Ecole de Médecine et de Pharmacie
de Poitiers*

Spontanément vous nous avez prêté
votre concours et avez obtenu pour
nous l'autorisation de travailler dans
le service du Professeur VITTE. Mal-
gré un emploi du temps chargé, vous
avez eu la gentillesse de ne jamais
nous ménager votre aide. Nous vous
en sommes très reconnaissant et som-
mes fier d'avoir travaillé à vos côtés.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR GRISLAIN

Professeur de Clinique Médicale Infantile
Médecin de l'Hôtel-Dieu

Nous voudrions de tout cœur que ce modeste travail puisse appuyer l'œuvre qui est vôtre : faire de LA BAULE un lieu où les enfants peuvent retrouver une santé compromise.

Vos conseils nous ont permis de mener à bien ce travail car vous avez su montrer que dans ce siècle de la synthèse chimique, il ne fallait pas négliger les richesses naturelles dont une recherche orientée confirme de jour en jour la valeur thérapeutique.

AVANT-PROPOS

« Nous étions au bourg de BATZ, une mignonne presqu'île à l'extrémité de la Bretagne... Je vis Pauline, véritable fée marine, qui trempait son enfant dans une cuve de granit pleine d'une eau dense et lourde. Peu de temps après, elle sortit ce chérubin recouvert d'une opaline couche cristalline. »

H. de BALZAC.

Malgré les acquisitions récentes de la thérapeutique, les eaux extraites des marais salants de la presqu'île guérandaise sont toujours utilisées de façon empirique par une partie de la population. Ceci ne peut nous surprendre, car de tout temps les hommes ont, pour se soigner, tourné leur regard de manière presque instinctive vers les moyens les plus naturels et en particulier vers les sources thermales, le climat et la mer.

A ces eaux extraites des marais salants est appliqué le qualificatif **d'eaux-mères**; il nous laisse évoquer de prime abord un rapprochement avec le terme analogue fréquemment employé dans le vocabulaire du thermalisme, où on le retrouve pour désigner les résidus liquides provenant de l'évaporation graduelle d'eaux salées naturelles.

Comme il n'existe, à notre connaissance, aucun travail médical sur les eaux-mères de la presqu'île guérandaise, nous avons été amené à les étudier d'une façon comparative avec celles de quelques stations connues. Mais au fur et à mesure de nos recherches, nous avons constaté que ces références elles-mêmes s'avéraient imparfaites.

Quelle définition donner exactement aux **eaux-mères** ? Quelles actions physiologiques leur accorder ? Quelles indications thérapeutiques leur attribuer ? Autant de points bien imprécis que nous avons essayé de clarifier.

Ceci nous a même amené avec l'aide du Professeur P. CAZAUX et de J. CANELLAS à reprendre le problème à sa base sur le plan de la physiologie expérimentale.

C'est en partant de toutes ces données que nous avons pu envisager ensuite l'étude des eaux-mères guérandaises (et, par suite, bauloises) afin d'éclairer non seulement les raisons qui peuvent expliquer leur utilisation, mais afin de déterminer quelle peut être leur indication thérapeutique dans le cadre de la future station thermo-marine animée par le Docteur René DUBOIS et le Professeur GRISLAIN.

Puisse ce modeste travail apporter à la ville de LA BAULE le concours que nous voudrions lui donner.

CHAPITRE PREMIER

LES EAUX-MERES : DEFINITION ET DISCUSSION SUR CE TERME

1. ORIGINE ET APERÇU HYDROGEOLOGIQUE. — Selon le Professeur P. CAZAUX, les **eaux-mères** « sont formées par la solution saline demeurée après évaporation graduelle de l'eau salée naturelle et extraction du sel comestible ».

Cette définition, sur laquelle l'accord général a été fait, met en évidence leur origine : les sources chlorurées sodiques. Cependant une remarque s'impose; car si, par esprit didactique, on considère les stations thermales chlorurées sodiques, et elles sont nombreuses, comme la base d'une thérapie saline, il serait un tort de les différencier de celle qui s'étend sur près des trois quarts du globe : LA MER.

En effet, la mer est à l'origine de ces grandes masses salines formées par évaporation au cours des âges géologiques; elles se retrouvent sous forme de lentilles disséminées particulièrement dans le Triasique et sont à l'origine de nos sources chlorurées sodiques naturelles. Evoquons des fresques du gigantesque tableau que H. TAINÉ nous dresse de ces bouleversements qui affectèrent notre planète : la terre à ses premières heures est elliptique, enrobée d'une croûte solide où granite et gneiss se superposent en deux couches cristallines; l'eau l'en-

ture à l'état de vapeur. Une immense révolution gronde : sous l'effet du refroidissement progressif de la masse centrale, la calotte rocheuse qui la recouvre va s'affaisser sur elle-même, et non sans dégâts : « elle se fissure, se creuse en d'insondables sillons, en fantastiques abîmes, elle se plisse en de colossales saillies ». La vapeur se condense, bouillonne, devient liquide, plonge vers les parties profondes; ses mouvements insensés de flux et de reflux, sa forte température, vont dissoudre les sels dont la cristallisation constitue les premières roches, elle va s'en saturer. Ainsi les premières montagnes et les premières mers sont créées, ainsi apparaît la première eau minérale (34).

Puis d'autres cataclysmes vont se produire; d'autres effondrements entraîner des océans entiers qui abandonnent dans leurs anciens lits, entassent sur les cimes les dépôts formés de roches pulvérisées, de substances métallico-salines dissoutes, parmi lesquelles du chlorure de sodium.

Nous en sommes à l'âge secondaire (période Triasique) où l'on retrouve le sel disposé soit au sein de marnes bigarrées, soit en gîtes salifères formant de simples lentilles séparées par de grandes lacunes.

A un stade plus tardif, des dislocations rompent plus ou moins complètement les rapports des différentes couches de terrain, créent des plis-failles qui vont être la voie d'entrée toute naturelle des eaux.

Celles-ci s'infiltrèrent dans ces fissures, entrent en contact avec les principes minéraux des roches, dissolvent certains éléments des marnes gypsosalifères, ou aboutissent dans une mine de sel gemme.

Il n'est pas toujours nécessaire que l'eau rencontre une fissure dans les couches pour y pénétrer; certaines roches se-

raient assez perméables pour qu'elle puisse les traverser par capillarité et arriver ainsi jusqu'aux plus grandes profondeurs, d'où elle remonterait sous l'influence de la pression intra-terrestre à l'état de vapeur ou à l'état liquide.

Le Pr. A. GAUTIER (34) n'admet pas cette théorie de la capillarité des roches, et, tout en acceptant la théorie de l'infiltration pour l'origine de certaines eaux minérale froides, il explique de la façon suivante l'origine profonde des eaux minérales à thermalité plus ou moins élevée : ces eaux seraient fournies directement par les roches profondes qui, s'échauffant au rouge à un moment donné, et souvent par suite de l'affaissement des couches susjacentes, laisseraient échapper l'eau qui est chimiquement combinée à leurs éléments et qui entraîne en dissolution une certaine partie de ces éléments eux-mêmes.

Quoi qu'il en soit de son mode de pénétration ou de production dans les profondeurs du sol, l'eau remonte à la surface par l'intermédiaire d'une cassure, surchargée de principes minéraux dissous, dont la majeure partie sera représentée par du chlorure de sodium si elle a traversé des terrains secondaires ou tertiaires présentant des bancs de sel gemme ou des couches gypsosalières; les autres sels n'y apparaissent, étant donné leur moindre solubilité, qu'en beaucoup plus faible proportion. La présence de certains sels, principalement des sulfates et de leurs produits de réduction (sulfures ou thio-sulfates) donne à ces eaux chlorurées des caractères particuliers qui les ont fait distinguer des chlorurées simples.

De ces différences d'origine géologique, on a pris l'habitude de diviser les eaux chlorurées en deux classes distinctes :

Les chaudes, à minéralisation complexe, généralement de faible teneur en chlorures, plus ou moins gazeuses, d'origine profonde ou éruptive;

Les froides dont la minéralisation majeure est constituée par le chlorure de sodium et dont l'origine est superficielle ou artésienne.

C'est aux eaux-mères provenant d'une part de ces dernières (c'est-à-dire les eaux chlorurées sodiques, fortes et froides) et, d'autre part de la mer, première de toutes les sources chlorurées sodiques, comme nous venons de le voir, que nous limiterons notre étude.

2. LES EAUX-MÈRES ET LE THERMALISME FRANÇAIS. — La carte thermique annexée (cf. carte n. 1) nous



Carte thermique N° 1.

situe les principales sources chlorurées sodiques, froides et fortes Françaises où sont utilisées les eaux-mères en thérapeutique.

Dès maintenant nous tenons à remercier de leur bienveillant accueil, soit les médecins, soit le personnel administratif, soit le personnel municipal de ces diverses stations auxquelles nous nous sommes adressé, ou près desquelles nous nous sommes rendu pour nos études. Nous regrettons de ne pouvoir développer, étant donné la limitation imposée par notre sujet, toutes les connaissances que nous avons retirées de ces stations :

Biarritz : Accueillante station thermo-marine accrochée à la côte du Pays Basque et dotée d'un Musée de la mer où se retrouvent toutes les richesses de la flore et de la faune atlantiques.

Salies-de-Béarn (Basses-Pyrénées) : Petite capitale du thermalisme salin, sise aux pieds des Pyrénées dans une cuvette toujours verdoyante, qui peut se vanter d'avoir été choisie par une Impératrice.

Salies-du-Salat (Haute-Garonne) : Vieille cité attrayante en plein cœur du massif pyrénéen, qui doit son existence uniquement, comme son nom le rappelle, à l'exploitation du sel.

Dax (Landes) : Qui malgré une gamme d'eaux minérales variées et de boues riches en principes thérapeutiques, n'oublie pas de revendiquer, en maintes occasions, l'appellation de DAX-SALINS.

Salins-du-Jura (Jura) : qui, fière de sa vaste piscine salée dont le contenu dépasse 260 mètres cubes, peut se vanter d'apporter « la mer à la montagne », selon l'expression de LAN-DOUZY.

Lons-le-Saunier (Jura) : où un Comité scientifique actif est à l'avant-garde des recherches sur les eaux chlorurées sodiques.

Besançon-la-Mouillère (Doubs) : dont la réputation de station hyperchlorurée n'est ignorée par nul thermaliste.

Il nous semble nécessaire de faire remarquer qu'actuellement les eaux-mères des marais salants ne semblent pas, à notre connaissance, avoir donné lieu à des études thérapeutiques expérimentales.

3. PROPRIETES CHIMIQUES. — Si la définition donnée déjà précédemment pour les eaux-mères a l'avantage de les situer dans un cadre général, elle reste très incomplète, ainsi que le fait remarquer le Professeur CAZAUX lui-même, car elle ne renferme pas les éléments qui permettent d'en exprimer les qualités chimiques, pharmacodynamiques, physiologiques et thérapeutiques.

Mais dès que nous nous sommes attaché à vouloir préciser ces qualités, nous nous sommes trouvé devant des divergences manifestes pour diverses stations, voire pour la même.

GERMAIN (38), médecin à Salins-du-Jura, écrit en 1854 : « On donne le nom d'eaux-mères au résidu liquide qui reste dans les chaudières lorsque, après suffisante évaporation, le chlorure de sodium (ClNa) s'est cristallisé et qu'on en a obtenu la séparation. Ce résidu liquide d'évaporation ne renferme pas de carbonates de chaux (CO_3Ca) et de soude (CO_3Na_2) ni de chaux sulfatée ($\text{SO}_4\text{Ca}, \text{OH}_2$), mais on pourrait en obtenir une grande quantité de sulfate de magnésium (SO_4Mg)... » « Un litre pèse 1,267 et peut donner 60 grammes de bromure de potassium (BrK)... » « En définitive, les analyses chimiques constatent dans ces eaux l'existence de carbonates de chaux et de magnésie, de chlorures de magnésium

(Cl_2Mg), de potassium (ClK) et de sodium (ClNa), des sulfates de chaux, de magnésie, de potassium, de sodium, des traces de fer, et enfin, du bromure de potassium. »

REVEIL (67), en 1863, écrivait au sujet des eaux-mères de Salins-du-Jura : « Ce résidu renferme à un très grand état de concentration des principes solubles dans lesquels domine le chlorure de sodium et où l'on trouve les sels moins cristallisables tels que les bromures et les iodures ». Ainsi, nous voyons apparaître un nouvel élément : la présence des iodures. Ceci est repris par DUMOULIN (27) en 1877 et par DURAND-FARDEL (29), en 1882.

Le Docteur DUCRUET (25) de Salins (Jura) nous fait part de ses récents travaux et écrit : « La quantité et la proportion des sels varie avec le degré de concentration des eaux employées et avec la durée de l'évaporation : c'est ainsi que nous avons trouvé pour le chlorure de sodium des chiffres oscillant entre 160 g et 300 g par litre. »

En 1878, le Docteur FOIX (30) de Salies-de-Béarn, rapporte : « Les eaux-mères, ou résidu liquide de l'extraction du sel, se présentent à des divers degrés de concentration : leur composition elle-même varie selon qu'on les examine à tel ou tel degré indiqué par l'aréomètre de M. BAUMÉ. » ⁽¹⁾

En 1899, LISSONDE (52), médecin consultant au même endroit, note : « Ce qui frappe, c'est la faible proportion rela-

(1) Aréomètre Baumé (appelé aussi pèse-sel). Flotteur de verre lesté de grenaille de plomb et surmonté d'une tige cylindrique graduée en degrés Baumé (échelle arbitraire). Après avoir été plongé dans le liquide à étudier, le niveau d'affleurement de la tige indique le titrage à température déterminée.

tive du chlorure de sodium dans le résidu et son remplacement par du chlorure de magnésium... »

Dernièrement, le Docteur P. LACLAU-NÉNÉ (44), écrit : « Les eaux-mères, beaucoup plus minéralisées que les eaux chlorurées sodiques naturelles, contiennent encore beaucoup de ClNa et sont surtout chargées en sels plus solubles que celui-ci, à savoir : chlorures et bromures de potassium et de magnésium. »

Dans les travaux du Docteur RÉMY (66), de Lons-le-Sau-nier, nous relevons : « Les eaux-mères iodo-bromurées que nous utilisons dans notre station contiennent, outre une teneur considérable en chlorure de sodium, les éléments ayant résisté à la cristallisation lors de la précipitation du sel, qui sont : l'iodure de sodium et le bromure de potassium, dont on sait les effets sédatifs. »

Le Docteur LATASTE, de Biarritz (48), écrit : « Nos eaux chlorurées sodiques fortes deviennent du fait de la distillation, une solution saline très concentrée différant par sa composition des eaux thermales naturelles, contenant par litre le tiers seulement du chlorure de sodium des eaux thermales primitives; les deux tiers de leurs sels sont du chlorure de magnésium; on y trouve 10 g par litre de bromures, en quantité moindre des chlorures ou des sulfates de potassium, de lithium, de calcium, de sodium, et très peu de silice, de fer et d'alumine ». Cette composition des eaux-mères de Biarritz-Briscous est d'ailleurs admise par CLAISSE (15), CUSSAC (18), MERCIER des ROCHETTES.

Dans les écrits de SERRES (75), médecin praticien de Dax, nous relevons la définition suivante des eaux-mères de cette station : « Après évaporation de l'eau chlorurée sodique forte, le chlorure de sodium a à peu près disparu; les bromures, les iodures, les chlorures de magnésium, de potassium et

	Salies-de-Béarn Wilm 35° B.	Biarritz- Biscous	Dax	Salins-du- Jura	Lons-le- Saunier	Besançon la Mouillère
Chlorure de magnésium ..	231,814	257,175	232,541	60,908	64,50	51,463
Chlorure de sodium	44,172	99,971	41,722	168,040	183,30	234,684
Chlorure de potassium ..	35,827	14,596	40,975		21,10	21,496
Bromures divers	10,313	10,215	6,625	2,842	6,90	2,250
Sulfate de sodium	17,815	10,650	34,577	22,060		12,024
Sulfate de potassium	21,830	15,244	24,699	65,585		
Sulfate de magnésium ..	15,055	9,030	15,132		40,60	
Iodures divers	0,010	0,013		Traces	Traces	Traces
Silice, Fer, Alumine		0,358				Traces

TABLEAU I. — Tableau comparatif montrant la différence de composition chimique des eaux-mères dans les principales stations chlorurées sodiques fortes. Les chiffres sont exprimés en g/l.

les divers sulfates y sont restés en quantité proportionnellement supérieure... telles sont les eaux-mères de Dax. »

Le tableau N° 1 met en évidence la diversité rencontrée dans les analyses des eaux-mères utilisées dans les stations françaises précitées.

Mais il est cependant intéressant de noter que nous retrouvons dans ces diverses eaux salines des points communs, à savoir :

- une densité élevée;
- une grande richesse en principes minéraux.

4. PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES. — La diversité de la composition saline des eaux-mères pourrait de prime abord expliquer le fait que des effets physiologiques très différents, parfois même opposés, leur sont attribués.

C'est ainsi que LAVERGNE (49) en 1896, écrit : « A l'heure qu'il est, nous croyons bien difficile, sinon impossible, d'expliquer la différence d'action des eaux-mères des différentes stations. » Cela tient-il à la composition ? Nous résumons :

Il existe toute une gamme d'eaux-mères d'une même station différentes par leur concentration.

Elles diffèrent selon les stations, selon les eaux salées dont elles dérivent. Si elles contiennent toutes :

- Des chlorures de Na, Mg, K, Ca, Li,
- Des bromures de K et de Mg,
- Des sulfates,
- Des matières organiques et des iodures;

les proportions de ces sels en sont différentes.

Cela tient-il à leurs principes prédominants ? A Kreuznach, c'est le chlorure de calcium; à la Mouillère-Besançon, à Salins, c'est le chlorure de sodium; à Dax, Biarritz et Salies-de-Béarn, c'est le chlorure de magnésium.

De plus, Biarritz et Salies-de-Béarn ont les eaux-mères les plus riches en bromures (10 g par litre). C'est beaucoup par rapport à Salins et à Besançon-la-Mouillère qui n'en ont que deux à trois grammes par litre. C'est bien moins par rapport à Dax et Kreuznach qui en ont 6 à 7 grammes.

Or Salins et Biarritz ont des eaux-mères employées comme sédatives, et Dax et Kreuznach comme stimulantes.

« En outre à Kreuznach et à Besançon-la-Mouillère, on utilise les eaux-mères comme agents de renforcement de la balnéation chlorurée sodique; à Salies et à Biarritz, on les utilise pour corriger ce que la médication chlorurée sodique pourrait avoir dans certains cas de trop excitant, donc, comme agent de sédation. »

Les contradictions qui planaient à cette époque ne manquèrent pas d'attirer l'attention de GALLARD (33).

Ce dernier reprend d'une part les conclusions de LAVERGNE sur les effets différents des eaux-mères de Besançon-la-Mouillère, Kreuznach et Salins d'une part, de Biarritz et de Salies d'autre part, mais en outre, il accorde une place importante à l'action du chlorure de magnésium qui, selon lui, est responsable de l'effet général sédatif qu'il attribue aux eaux-mères de Salies et de Biarritz : « Si on porte son attention du côté des chlorures, on ne peut faire autrement que de constater qu'aux eaux-mères reconnues comme ayant les mêmes propriétés thérapeutiques que leurs eaux originelles, et employées cliniquement pour les renforcer, correspondent celles dans lesquelles le chlorure de calcium et de sodium dominant,

tandis que l'action générale sédative reste la propriété exclusive de celles qui ont le chlorure de magnésium comme principal agent minéralisateur. »

En 1902, M. CAZAUX (12) s'accorde avec ROBIN pour dire que « l'efficacité des eaux-mères serait due aux principes magnésiens ».

R. PETIT (62), écrit la même année : « Si l'eau-mère agit mieux qu'aucun autre agent thérapeutique, c'est à cause de l'association très intime dans celle-ci des chlorures, des bromures et des iodures, et parce que ces sels sont à base de magnésium... » « Cette eau-mère, à la fois excitante et sédative par sa constitution et sa composition, nous paraît douée de ces deux actions antagonistes associées afin qu'elle agisse à la manière de ces glandes à sécrétion interne antagonistes elles aussi dont les unes par exemple font contracter et les autres dilater les vaisseaux sanguins, mais dont les actions contraires associées déterminent l'équilibre de tension, l'harmonie vitale, sans lesquelles la fonction ne serait pas bonne ni la santé résistante. »

DUCRUET (25), écrivait en 1920 : « Quand on parcourt la littérature médicale concernant les eaux minérales chlorurées sodiques, on constate que bien peu ont fait la distinction entre les propriétés spéciales de deux agents thérapeutiques d'ordre différent. Pour la plupart, les eaux-mères servent surtout à minéraliser davantage les bains d'eau de source, c'est-à-dire à renforcer l'action de celle-ci, tout en modérant l'excitation que pourrait produire cet excès de minéralisation. Or ces eaux n'ont pas au même degré les propriétés globales qu'on leur attribue : les eaux de source sont vaso-constrictives et toniques tandis que les eaux-mères sont vaso-dilatatrices et dépressives. »

Les travaux de J. MOUSQUES (59), LACLAU-NÉNÉ (44), MOULONG (57), LARROUY (47), pour Salies-de-Béarn; de RÉMY (66), M. BINET (9), BAILLY-SALINS (3), pour Lons-le-Saunier; de CLAISSE (15), MERCIER des ROCHETTES, BONNIFAIT (10), BENOIST (8), de LOSTALOT (53), pour Biarritz; de POUEY (65), STERN (77), SERRES (75), APARISI-SERRES (1), pour Dax; de BAUDIN (7), pour Besançon-la-Mouillère; de GERMAIN (38), DURAND-FARDEL (29), RÉVEIL (67), DUMOULIN (27), pour Salins-du-Jura, ne permettent pas de tirer des conclusions d'ensemble qui puissent ranger dans un cadre précis l'action pharmacologique et physiologique des eaux-mères.

Le Professeur DELORE (22) n'écrit-il pas lui-même dans son Précis d'Hydrologie, en 1951 : « Les eaux-mères, ainsi que l'a signalé GALLARD depuis longtemps, et comme le confirment les observations de la Clinique thermale journalière, ont souvent des effets physiologiques différents des eaux salées... On peut même écrire qu'ils sont diamétralement opposés avec les eaux-mères à concentration salée affaiblie... Suivant les stations, les eaux-mères sont utilisées en addition des bains salés soit pour en corriger l'action trop excitante, soit au contraire pour en renforcer les effets : la première éventualité est la plus fréquente. Sans doute faut-il rapporter à la plus grande richesse en brome et en magnésium, l'action sédatrice et déprimante du bain d'eaux-mères. »

Le Professeur DUBARRY, dans son enseignement magistral, s'en tient aux mêmes hypothèses. Il signale qu'il serait très intéressant de les résoudre.

5. PROPRIETES THERAPEUTIQUES. — L'intérêt que les thérapeutes français s'accordent à trouver dans les eaux-mères, remonte à l'époque de TROUSSEAU. Ce dernier n'écrivait-il pas dans son Traité de thérapeutique et de matière mé-

dicale en 1847 : « Les Allemands ont bien mieux compris l'intérêt d'utiliser les eaux-mères provenant des lieux où l'on fabrique le sel commun... Hombourg, voisin de Naunheim, y envoie chercher des eaux-mères avec lesquelles il compose des bains identiques à ceux de cette saline. Wiesbaden fait à Kreuznach un emprunt du même genre... Il serait à souhaiter que chez nous le gouvernement mit les eaux-mères à la disposition des médecins. »

Dès cette époque, GERMAIN (38) publiait un tableau médico-statistique de malades comprenant des « dartreux », « scrofuleux », « névrosés », « phlogistiques »; il notait 18 guérisons et 2 améliorations.

Un tour d'horizon des indications thérapeutiques qu'on leur a attribuées depuis cette époque nous montre qu'elles sont variables, voire même contradictoires. Ainsi, à Besançon-la-Mouillère, BAUDIN (7) écrivait : « Les eaux-mères provoquent une puissante stimulation capable de réveiller les forces vitales et d'autre part amènent une sédation locale et générale des plus évidentes; d'où, elles peuvent être aussi bien indiquées pour les nerveux et pour les atones. »

On note les mêmes contradictions à Biarritz, à Dax, voire à Salins et, dans cette dernière station, DUCRUET s'est justement attaché à éclaircir ces problèmes : il nous a fait part de ses travaux fort intéressants que nous exposerons dans la deuxième partie de notre travail.

Quant à la posologie, elle est évidemment variable avec chaque station, avec chaque thérapeute, et, suivant chaque malade.

Ainsi, Lons-le-Saunier dispose de l'eau faiblement minéralisée de la source Ledonia (10,31 g par litre), d'eaux vierges contenant 305 g par litre de ClNa et d'eaux-mères iodo-bro-

murées : 183 g de ClNa rentrent dans leur composition, elles gardent néanmoins leurs propriétés sédatives et calmantes. Ces eaux-mères sont mélangées aux précédentes et sont réparties en proportion variable et progressivement croissante, soit dans des bains collectifs, appelés bains de piscine, permettant de traiter une trentaine d'enfants, soit des bains de baignoire réservés à des enfants particulièrement sensibles.

Dans les bains de piscine, la proportion d'eaux-mères pour 40.000 litres d'eau vierge et d'eau provenant du puits salé (Ledonia) varie de 2.000 à 6.000 litres.

Pour les bains de baignoire, complétés à 200 litres, la proportion d'eaux-mères varie de 15 à 35 litres.

Les eaux-mères sont aussi utilisées en applications locales sous forme de compresses résolutives, ou en irrigations (usage oto-rhino-laryngologique ou gynécologique).

Dax dispose d'eaux-mères (d'un degré Baumé éminemment variable allant de 22 à 32 degrés Baumé) qui sont additionnées à des bains d'une contenance de 200 litres, dans des proportions allant de 5 à 20 litres. En outre, elles peuvent être ajoutées aux différentes eaux hyperthermales de cette station.

6. CONCLUSION. — Cette revue que nous avons voulue aussi étendue que possible, toutefois limitée afin qu'elle reste explicite, nous montre tout d'abord que l'importance accordée aux eaux-mères est loin d'être négligeable, eu égard au nombre de thérapeutes qui l'utilisent; cependant nous sommes quelque peu étonné devant l'empirisme de son utilisation et devant les contradictions qui semblent s'affronter soit dans les définitions relevées dans différents auteurs, soit dans l'interprétation qui est donnée de leur rôle physiologique. C'est GALLARD (35) que nous citons encore ici : « L'emploi des eaux-mères en

thérapeutique est une question encore bien obscure : aussi nous paraît-il utile de faire paraître à ce sujet le résultat d'observations cliniques... en outre quand les auteurs parlent des eaux-mères ils ne parlent pas de la nature des eaux-mères employées; or à ce point de vue nous semble-t-il, on ne saurait être trop précis, car les eaux-mères de salinage sont loin d'avoir les mêmes propriétés que les eaux-mères de concentration. »

Il nous semble, en effet, que toutes les contradictions qui surgissent de prime abord lorsqu'on étudie les eaux-mères proviennent du fait qu'il existe des eaux-mères de composition fort différente.

Cette composition est éminemment variable avec les couches de sel gemme qui se dissolvent en eau chlorurée sodique, avec le débit saisonnier des sources et avec les procédés de fabrication.

En outre, ce ne sont ni des analyses chimiques, ni des expériences physiologiques, ni des observations cliniques, chacune à l'état isolé, qui peuvent définir un milieu complexe comme une eau-mère. Si la chimie nous indique les principes minéralisateurs, autant qu'il est dans le pouvoir de nos moyens d'investigation, elle ne nous permet pas d'en définir l'action biologique, d'autant qu'elle ne peut qu'analyser le « cadavre des eaux », surtout si elle s'exprime en salinité, à plus forte raison en degrés Baumé. Si on considère que les eaux-mères sont utilisées non seulement en thérapeutique externe, mais aussi en thérapeutique interne, et si en outre de très nombreuses hypothèses peuvent être avancées sur leur action physiologique, on doit se demander quelle est l'action pharmacodynamique des divers ions de ce milieu complexe. On sait que suivant les proportions où il est utilisé, un corps peut avoir des effets pharmacodynamiques opposés; on sait que l'action obtenue par un mélange de deux corps n'est pas régie par leurs

proportions respectives, qu'ils soient ou non antagonistes; autant de problèmes à élucider : ainsi le sodium à la dose de un pour mille est excitant sur la musculature cardiaque des Vertébrés, il est inhibant à la dose de 15 pour 1.000 et, sans effets, s'il se trouve en présence d'une dose équivalente d'un de ses antagonistes, le potassium.

Il nous semble bon de rappeler ici M. CAZAUX (12) qui écrivait : « ... donc le nom d'eau-mère ne correspond pas à un produit fixe, déterminé, ayant un effet constant. Chaque fois que l'on emploie cette expression, il est nécessaire d'en indiquer la portée, soit en précisant la composition, soit en indiquant le nom de la station qui les aura fournies. »

Ceci nous a amené à étudier, plus particulièrement sur documents et **de visu**, deux stations dont les eaux-mères ont pu être présentées à une certaine époque comme ayant des effets opposés : Salies-de-Béarn et Salins-du-Jura.

CHAPITRE II

ETUDE DE DEUX STATIONS REPRESENTATIVES : SALIES-DE-BEARN ET SALINS-DU-JURA

SALIES-DE-BEARN

« Se you nou y éri mourt
arrés n'y bibéré ».

« Si je n'y étais mort
personne n'y vivrait ».

1. HISTORIQUE. — Procédés d'obtention des eaux-mères.

Cette importante cité thermale pyrénéenne (fig. 1) nous fait humblement cet aveu :

« Ce n'est ni la divination d'un génie, ni les recherches d'un savant qui m'ont dotée de mes richesses salines, c'est le coup de grâce d'un veneur. »

En effet, la légende nous apprend qu'un sanglier blessé, poursuivi par les chiens, fut retrouvé mort au lendemain de

la chasse sur les bords d'un marais qu'il avait traversé : son corps était recouvert d'une blanche couche cristalline. Selon cette tradition du haut moyen âge la chasse était menée par un certain seigneur d'Andaux qui reconnut ainsi la présence de sel et ne tarda pas à décider d'exploiter les richesses « que la Providence venait de révéler ».

Nous tenons ces quelques lignes du fils du président des « Part-prenants », confrérie que nous ne pouvons passer sous silence tant fut important son rôle dans l'histoire de cette Cité : ils sont les représentants actuels de ces hommes du Béarn qui, groupés en humbles demeures autour de la fontaine salée, âprement défendue au cours des âges contre les pilleurs, contre les seigneurs, contre le roi lui-même, allaient au jour fixé, jambes et pieds nus, le corps serré d'une simple chemise de toile, remplir leur **sarmeau** qu'ils soutenaient par deux oreilles forgées. Ils courraient alors, en foulant la paille dont les rues étaient jonchées, déverser cette saumure dans leur maison, puis retournaient à nouveau en quérir dans ce vaste bassin à ciel ouvert, appelé la **houn** : ce métier leur conférait vigueur, grâce et agilité.

Des **sarmeaux**, cette eau était emmagasinée dans de grandes cuves appelées **puits** et logée dans les caves des Part-prenants, par l'intermédiaire d'un dispositif ingénieux que l'histoire locale a dépeint maintes fois et dont nous avons pu constater les traces.

Cette eau était ensuite transvasée dans des **poêles** de plomb d'un mètre carré environ de superficie et de dix centimètres de profondeur : dès l'an mille dans l'énumération d'objets légués à l'abbaye de Saint-Pé-de-Générès en Salies, figure une poêle à faire le sel (DELABY) (23).

On entretenait sous celle-ci un feu continu du dimanche après minuit au samedi à la même heure : « L'eau s'évaporant

sans autre mystère, le sel y demeure d'une blancheur exquise; le sel ne saurait se faire en d'autres vaisseaux qu'en ceux de plomb », rapporte PARDIES en 1676.

Si l'histoire de Salies est abondante en documents concernant la fabrication du sel, elle ne nous parle des eaux-mères qu'à la fin du XVIII^e siècle. En 1767, le marquis d'Orbessan, président à mortier du Parlement de Toulouse, s'intéresse à l'existence des résidus liquides demeurant après l'extraction du sel et rapporte qu'on les appelait à cette époque **eau cuite** ou **ferment de l'eau salée** : ce sont nos eaux-mères actuelles.

POMMIER en 1825 écrit : « Les fabricants observent qu'il est heureux de mêler une partie de ce ferment à cette eau qu'ils font cuire; par ce secours, le sel se fait plus vite et avec moins de frais. » Ceci l'incite à essayer d'en déterminer la composition chimique.

D'importantes transformations vont apparaître dans la fabrication du sel : une loi de 1840 impose une saline unique, et d'individuelle, la fabrication devient collective, tout en demeurant le privilège des Part-prenants.

Il est curieux de constater que le procédé d'extraction du sel n'a subi que de légères modifications de 1840 à nos jours. L'eau utilisée provient soit du Bayàa, source saline primitive de Salies qui alimentait la **Houn**, soit de la source d'Oraàs située à 8 kilomètres de cette ville et mise peu à peu en service à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle afin de suppléer à la première utilisée depuis 1850 pour fournir l'eau chlorurée sodique normale pendant la saison des cures. « Ces eaux forment une dissolution naturelle suffisamment saturée et on les fait arriver directement dans d'immenses chaudières en tôle appelées **poêles**, disposées sur un bâti de maçonnerie au-dessous desquelles sont des foyers chauffés avec des fagots de bois. On alimente les chaudières huit jours durant avec de

l'eau salée et on recueille de temps en temps avec une pelle le chlorure de sodium qui cristallise à la surface de l'eau et tombe ensuite au fond de la chaudière où il s'accumule peu à peu. Les résidus liquides forment les eaux-mères. » (MAR-SOO) (55).

En outre, nos constatations **de visu** nous ont permis de rapporter les techniques suivantes : chaque poêle comprend deux parties que l'on peut faire communiquer; de cette façon on peut obtenir des produits plus ou moins concentrés et de compositions très différentes les unes des autres. Lorsque la concentration atteint la densité de 25° Baumé, on obtient une eau-mère de salinage qui est amenée par des canalisations à l'établissement thermal, où elle sera utilisée en bains : additionnée aux eaux naturelles de la source ou employée avec de l'eau douce (nous y reviendrons).

On l'utilise aussi pour servir de base de départ à la préparation des autres eaux-mères et de leurs sels naturels concentrés : la deuxième partie de la poêle est chargée en eau-mère à 25° B alors qu'une nouvelle quantité d'eau salée est ajoutée dans la première. En continuant la chauffe, que l'on pousse de jour et de nuit à des températures variables pendant trois à quatre semaines environ, la solution d'eaux-mères se charge progressivement en magnésium, potassium, bromures, pour obtenir dans la deuxième poêle un liquide très dense pouvant titrer à volonté 28, 30, 32° Baumé : ce sont les eaux-mères concentrées qui seront mises en bouteilles pour être utilisées soit en bains en dehors de l'établissement thermal, soit en compresses, soit en irrigations diverses.

On peut enfin par évaporation totale obtenir les extraits secs qui sont des sels concentrés naturels d'eaux-mères.

En se référant déjà aux normes données par l'aréomètre Baumé, nous pouvons constater que les eaux-mères obtenues dans la station de Salies sont différentes suivant le stade où

s'arrête la chauffe. Les analyses chimiques vont nous faire apparaître des différences beaucoup plus importantes encore pour les eaux-mères de cette même station.

2. COMPOSITION CHIMIQUE. — Il nous paraît nécessaire de rapporter diverses analyses qui à notre connaissance ont été faites et, en raison de leurs différences, de les exposer en un tableau comparatif (II).

Rappelons que c'est POMMIER qui, aux environs de 1825, découvrit la présence d'iodures dans les eaux-mères et y soupçonna la présence de bromures, ce qui fut confirmé par MIALHE en 1848.

La première analyse des eaux-mères de Salies (Foix) (30) est due au Docteur REVEIL et à O. HENRY fils : « Les eaux-mères de Salies, disent-ils, sont un liquide jaunâtre, transparent et clair, leur consistance est huileuse; si on y plonge les doigts, on ressent en les frottant l'un contre l'autre, la sensation qu'on éprouverait en maniant à la main de l'huile mélangée de sable fin. Elles sont très fluides et d'un poids spécifique si élevé qu'elles filtrent rapidement au travers des vases poreux qui les renferment, même au travers du bois. La densité est de 1,221; la saveur en est fortement salée et âcre. 1.000 grammes, évaporés à siccité, ont laissé un résidu de 290 grammes. » S'ils notent la présence des divers corps, ainsi qu'on peut le voir dans le tableau comparatif, ils n'en indiquent pas les proportions.

GARRIGOU et WILM laissèrent des analyses chiffrées, effectuées sur des eaux-mères à 35° Baumé à la fin du siècle dernier.

Le tableau comparatif (II) met en évidence les différences considérables entre ces analyses :

	1856 Réveil et Henry	1867 Garrigou (35°)	1880 Wilm (35°)	1933 Pichon Vendeuil (28°)
Matières organiques	+	15.000	+	2.50
Chlorure de magnésium	+	155.203	231.814	195 »
Chlorure de sodium	+	223.335	44.172	89.55
Chlorure de potassium ..	0	55.009	35.827	37.55
Chlorure de lithium	0	1.500	1.051	1.23
Sulfate de magnésium	+	11.245	15.055	22.41
Sulfate de sodium	+	0	17.815	21 »
Sulfate de potassium ..	+	0	21.830	17.40
Sulfate de calcium	+	0	0	4.22
Bromure de magnésium	+	10.000	10.313	11.68
Iodures divers	de sodium +	de magnés. 0.949	de magnés. 0.010	Divers 0.10
Alumine	0	+	0	0.10
Fer	+	+	0	0.03
Silice	+	+	0	0.07
TOTAUX ...	290	487.293	377.887	402.84

TABLEAU II. — *Analyse comparative des eaux-mères de Salies-de-Béarn. (Résultats exprimés en glt).*

1. Une différence dans les teneurs en chlorure de sodium.
2. Une différence dans les totaux des sels contenus.

Il semble paradoxal de rencontrer dans les eaux-mères titrant le même degré Baumé des différences aussi énormes de ClNa telles que : 223,335 g d'après GARRIGOU; 44 g d'après WILM.

« Il nous paraît évident que l'analyse de GARRIGOU, dont on ne peut mettre en doute la compétence, ne peut être expliquée que par une réaddition de sel » concluait M. CAZAUX (12). D'ailleurs, les analyses de PICHON-VENDEUIL, si l'on tient compte des différences de concentration, correspondent à celles de WILM pour la teneur en ClNa.

Si nous comparons cette différence des teneurs en ClNa :

$223,35 - 44,172 = 179,163$ avec la différence des totaux, soit $487,293 - 377,887 = 109,406$, nous voyons qu'elles ne concordent pas.

Ceci implique, comme nous pouvons d'ailleurs le constater, des différences entre les teneurs en sels divers. Confrontant les trois premières analyses rapportées dans notre tableau, MARSCO (55) écrivait : « ... celles-ci présentent des différences considérables dans l'évaluation totale des sels contenus dans un litre : d'après M. GARRIGOU : 487,293; d'après M. WILM, 377,887; ces différences s'expliquent parce que l'eau-mère, résidu de la fabrication du sel, est un produit artificiel qui n'est pas toujours identique à lui-même », et cependant, il nous semble nécessaire de faire remarquer que dans deux cas il s'agit d'eaux-mères titrant 35° B. Plus tard, PETIT (62) notait : « Si les analyses d'eaux-mères faites par différents chimistes à des dates différentes n'indiquent pas toujours une composition exactement identique, cela tient à ce que ce produit présente une composition variable selon le degré, mais

aussi selon la longueur de l'évaporation de l'eau salée naturelle ». Nous estimons qu'il est important de faire remarquer que la durée de l'évaporation n'est pas soumise à des normes fixes. D'ailleurs FOIX avait pressenti l'importance du facteur fabrication et il écrivait : « Il est regrettable que l'analyse des eaux-mères à leurs divers degrés de concentration n'ait jamais été faite ». Ceci permettrait, en effet, d'en rationaliser la production. En effet, comment passe-t-on de l'eau chlorurée sodique à l'eau-mère ? Sur ce point, tous les auteurs sont d'accord avec PETIT : « La loi physique veut que dans une solution aqueuse dont on fait évaporer l'eau par la chaleur, les sels les moins solubles cristallisent les premiers. Si donc on prend une eau qui renferme divers sels, quand on chauffera, les sels les moins solubles cristalliseront et diminueront à mesure dans la masse. Par contre ce phénomène fera augmenter sous le même volume de liquide la dose des autres sels plus solubles. C'est ainsi qu'à Salies, on retire des cuves à évaporation d'eau salée, des eaux-mères concentrées à des degrés qui varient de 25 à 35°. »

Il en existe quatre types principaux :

1^{er} type. - A 25° l'eau a abandonné : Chlorure de sodium 1/3 environ.

2^e type. - De 26 à 28° l'eau a abandonné : Chlorure de sodium, sulfates.

3^e type. - De 28 à 32° l'eau a abandonné : Chlorure de sodium, chlorure de potassium.

4^e type. - De 32 à 35° l'eau a abandonné : Chlorure de sodium, chlorure de potassium, chlorure de magnésium. brome très sensible.

Ceci nous montre qu'à une diminution du chlorure de sodium correspond une augmentation inversement proportion-

nelle des sels de magnésium, des bromures et du potassium. Il y a, en effet, évaporation d'eau sans dépôt de ces derniers.

Ces variations de teneur saline étant en relation avec la matière première, c'est-à-dire avec l'eau chlorurée sodique forte, on conçoit que les différences trouvées dans les analyses relatées peuvent être dues non seulement à la fabrication, mais en outre à des compositions différentes à l'origine.

En effet, les analyses de l'eau chlorurée sodique, ne sont pas concordantes : elles nous montrent des différences qui peuvent être attribuées aux sources (c'est-à-dire aux couches de sel traversées), aux différents filons qui forment ces couches et au débit donné par les sources (cf. Tableau III). En fait, on sait que la salure augmente avec la profondeur, et que des variations peuvent être dues à l'apport d'eaux d'infiltration comme semblent le prouver des modifications périodiques de débit.

Malgré les oscillations à amplitude assez grande d'éléments minéralisants, il nous semble qu'on puisse considérer comme importants les faits suivants :

— LACLAU-NÉNÉ, dans une analyse faite en 1952, affirme ne pas trouver de trace d'iode dans les eaux de Salies;

— Quand on passe de l'eau chlorurée sodique forte aux résidus d'évaporation, on modifie les concentrations réciproques et totales des éléments minéralisants;

— Le magnésium ainsi que le potassium et le brome, à peine marqués dans l'eau minérale non concentrée, atteignent des teneurs élevées, surtout pour le premier corps;

— Le chlore garde sa suprématie comme groupe acide salifiant.

	Reveilet Henry 1856 Bayàa	Garri- gou (1872 Oraàs	Garri- gou (1867) Bayàa	Wilm Bayàa (1889)	Wilm (1893) Oraàs
Chlorure de magnésium.	Traces	1,429	6,792	0	0,161
Chlorure de sodium	216,01	256,417	229,254	245,449	293
Chlorure de potassium ..	2,080	1,220	0,354	2,304	—
Chlorure de calcium	Traces	2,846	6,495	0	—
Chlorure de lithium	0	0	Traces	0,017	—
Sulfate de soude	Traces	5,475	9,094	0,667	—
Sulfate de potasse	0	Traces	0,612	0	—
Sulfate de chaux	0	1,500	0,797	2,740	4,200
Sulfate de magnésie ..	9,750	2	3,750	3,576	3,557
Sulfate de lithium	0	0	Traces	0	—
Bromure de magnésie ..	1,050	0,362	0,473	0	—
Iodure de sodium	Traces	Traces	0,053	Traces	—

TABLEAU III - Analyses des eaux chlorurées sodiques fortes
de SALIES-DE-BEARN.

	Reveilet Henry (1856) Bayàa	Garri- gou (1872) Oraàs	Garri- gou (1867) Bayàa	Wilm (1889) Bayàa	Wilm (1893) Oraàs
Alumine	Traces	0,250	0,460	0,184	—
Fer	Traces	Traces		0,042	—
Silice	Traces	Traces	0,254	Traces	—
Carbonates divers	Traces	0	Traces	Traces	0,250
Matières organiques...	5.500	1,150	Non dosées	0,761	—
TOTAUX ...	234,400	276,934	257,988	256,204	301,540

TABLEAU III. — *Fin*

Malgré la complexité de sa minéralisation, c'est avant tout une eau **chloro-bromo-magnéso-alkaline**.

Eien qu'une eau minérale ne puisse être considérée comme une solution titrée et inerte, les caractères généraux que nous en avons dégagés, peuvent laisser présumer des effets physiologiques sensiblement constants pour ces eaux-mères, mais évidemment différents suivant leur concentration qui est liée à l'intensité de l'évaporation et par suite à la densité globale exprimée de façon empirique par l'aréomètre de Baumé.

3. EFFETS PHYSIOLOGIQUES. — Les données se rapportant à une interprétation physiologique de l'action des eaux-mères de Salies, que nous avons rencontrées dans la

littérature, sont peu étoffées. Aussi nous y joindrons les travaux de LAVERGNE (51) sur les eaux-mères de Biarritz-Biscous, étant donnée leur parenté avec les eaux-mères de Salies.

L'auteur écrit : « Désireux de connaître les effets de l'eau-mère, nous avons fait une expérience de six jours »... dont nous reproduisons ici l'essentiel : sur la base d'un régime calculé, il prend chaque jour un bain de 200 litres d'eau douce additionné d'une quantité progressive d'eaux-mères. Il note avant et après le bain :

- son pouls,
- sa température,
- sa fréquence respiratoire,
- son poids,

et fait analyser ses urines : urée, acide urique, acide phosphorique, chlorures, azote uréique, azote total, coefficient d'oxydation.

Il retire de son expérience les constatations suivantes :

- très légère diminution du pouls,
- très légère diminution de la fréquence respiratoire,
- perte de poids de 620 g,
- température rectale inchangée.

Pour les urines :

— urée, azote total, chlorures, phosphates, acide urique diminués,

— le coefficient d'oxydation et les produits azotés de la désassimilation subissent une oxydation moins complète; la

désassimilation en phosphore des tissus riches en cet élément est sensiblement amoindrie.

Il compare alors ces résultats avec ceux du bain salé et estime que l'action de l'eau-mère sur les échanges azotés, le coefficient d'oxydation et les chlorures est diamétralement opposée à celle des bains salés. L'action sur l'acide urique et sur la désassimilation en phosphore est semblable.

Donc les eaux-mères seront, selon lui, indiquées dans tous les états morbides s'accompagnant d'azotémie, d'augmentation des oxydations ou d'une déperdition en phosphates exagérée : leur addition aux bains salés aura pour résultat de servir de correctif en modérant l'action suroxydante de ce bain et d'être un agent de renforcement lorsqu'il s'agira d'augmenter l'action d'épargne sur la désassimilation en phosphore. Il conclut : « L'eau-mère pourra donc être utilisée en association avec les bains salés, soit comme correctif, soit comme agent de renforcement quand il s'agira de malades dont le système nerveux ou osseux aura besoin d'être reconstitué. »

GALLARD (35) écrit : « Les eaux-mères de Salies employées en balnéation générale ralentissent tous les phénomènes de nutrition en diminuant l'activité des échanges azotés et l'intensité des oxydations intra-organiques; par conséquent, leur action est diamétralement opposée à la balnéation chlorurée sodique et elles revendiquent à un plus juste titre que celles-ci le rôle d'agent d'épargne du système nerveux. Quant à leur action sédative générale, que LAVERGNE met sur le compte de l'action modératrice exercée à la fois sur les oxydations et sur la désassimilation phosphorée, j'en vois la raison bien plutôt dans le fait de la moins grande oxygénation du sang par suite de l'action qu'elles exercent directement sur lui en lui faisant perdre de l'affinité pour son oxygène : cet effet physiologique paraît devoir être attribué au chlorure de magnésium. »

PETIT R. (62) en 1902, écrit : « ... Comment l'eau-mère produit-elle ses effets calmants ? que ce soit par absorption plus ou moins grande de l'eau minérale par la peau, qu'il y ait plutôt simple contact des éléments hydro-minéraux, exerçant une action à la fois physique et électrochimique sur les papilles des téguments, il est certain qu'un effet calmant est produit. » « L'observation de l'activité des échanges confirme que l'eau-mère est agent d'inhibition; l'examen du sang, des urines, les calculs de la T.A. nous ont démontré que les eaux-mères ralentissent l'activité des mutations intra-organiques, retardent les oxydations et les dépenses, diminuent la tension vasculaire »... « N'est-il pas probable qu'en touchant après imbibition de la peau les innombrables prolongements papillaires des neurones, ces chloro-bromures magnésiens de l'eau-mère diminuent les excitabilités des réflexes périphériques sans les éteindre, modèrent par cette voie les excès d'activité centrale et ramènent l'ordre nutritif et vital qu'a troublé la maladie et parfois des bains trop excitants. »

Outre cette tentative d'explication des effets physiologiques de l'eau-mère utilisée en balnéation, l'auteur tente d'expliquer son action locale : « Ici, la dose du médicament est si minime que l'on ne peut penser que les bromures absorbés puissent influencer le système nerveux comme ils le font si on les administre à dose forte par voie gastrique. Ils agiraient d'une façon quelque peu différente : l'eau-mère traverse la zone congestive, dilue, déloge, entraîne tout sur son passage, favorise la résorption des zones exsudatives... les éléments sont saisis, remis en marche circulante, finalement résorbés, et tous les actes vitaux sont favorisés. »

En dehors de ces auteurs nous n'avons pas trouvé d'études physiologiques, ou même de simples tentatives, sur l'action des eaux-mères de Salies. Il est même curieux de constater que les idées de PETIT n'ont été reprises par aucun auteur.

Il nous paraît intéressant de signaler l'hypothèse du Docteur BÉLOT selon laquelle les phénomènes osmotiques joueraient un rôle important dans l'application des eaux-mères en irrigation vaginale.

Quant aux effets pharmacodynamiques, à plus forte raison, ils n'ont pas été précisés : signalons cependant que tous les auteurs considèrent les chlorures de sodium et de calcium comme stimulants, tandis que les effets sédatifs sont attribués aux bromures et au chlorure de magnésium, notion sur laquelle insiste LACLAU-NENE.

Nous tenons à insister sur les imprécisions relevées dans ces études : les auteurs parlent-ils d'eaux-mères à 26°, 28°, 32° ou 35° Baumé ? Le manque d'intérêt apporté à ce chapitre nous semble dû à ce que la thérapeutique est toujours restée soumise à un emploi empirique mais très judicieux, apportant d'heureux résultats qui se satisfaisaient à eux-mêmes.

4. INDICATIONS THERAPEUTIQUES. — Sur les indications thérapeutiques des eaux-mères de Salies, l'accord est général, et s'appuie sur les affirmations d'auteurs dont les noms font autorité dans le monde médical : que ce soient TRELAT, LANDOUZY, DELBET, CREYX, MAGENDIE, PORTMANN...

Elles s'adressent à deux chefs principaux : la gynécologie, la pédiatrie.

LA GYNECOLOGIE

Les affections gynécologiques qui en relèvent peuvent être classées dans la rubrique suivante :

— Les aménorrhées primitives névrotiques.

— Les aménorrhées secondaires lymphatiques ou infectieuses.

— Les dysménorrhées liées à un dysfonctionnement ovarien ou à des affections annexielles chroniques, voire anciennes, sclérosées et enkystées.

— Les inflammations chroniques des annexes : salpingites et ovaro-annexites.

— Les endométrites peu ou pas sécrétantes.

— Les fibromes de type métritique et interstitiel où, si elles n'amènent pas la guérison, elles préparent toujours favorablement le terrain en vue d'une intervention chirurgicale.

— Certaines méno-métrorragies.

— Les déviations et tendances au prolapsus utérin.

— Les rétroversions utérines.

— La stérilité des anémiques et des lymphatiques.

Pour le traitement de toutes ces affections, les eaux-mères sont employées soit seules, soit associées à l'eau chlorurée sodique, plus rarement à l'eau douce.

Si les techniques d'utilisation présentent de nombreuses variantes, liées aux malades, aux affections, et aux habitudes des praticiens, il nous paraît cependant possible de les classer sous deux rubriques principales :

— Les applications locales.

— La balnéation générale.

Les applications locales relèvent :

— des compresses abdominales;

- de la columnisation;
- des irrigations vaginales.

Les compresses imbibées d'eaux-mères variant de 28° à 35° Baumé, soit froides, soit tièdes, sont appliquées sur le bas-ventre où on les laisse en place quelques heures. Elles exercent un certain pouvoir résolutif et une action sédative importante : elles sont surtout utilisées dans les métro-salpingo-ovarites et les fibromatoses qu'elles ramollissent; le nombre d'applications est variable, s'étendant sur plusieurs semaines.

La columnisation est le tamponnement du vagin par une gaze stérilisée imprégnée d'eaux-mères diluées de moitié; la mèche est laissée en place pendant douze heures et ce procédé est répété toutes les quarante-huit heures. Elle trouve ses indications dans les métro-annexites, les périmétrites postérieures, les rétroversions douloureuses et sur les lésions du col telles les exo-cervicites.

Dans les irrigations vaginales, on utilise de l'eau-mère suivant des proportions progressives de 100 à 400 g du liquide pour quatre litres d'eau douce. Ces irrigations sont faites à pression très basse [MOUSQUES (59)], à des températures variant de 40 à 46°. L'action tonique de ces injections est très nette; un releveur distendu ou un périnée récemment relâché retrouvent leur tonicité antérieure après une quinzaine d'injections. Certaines rétroversions se corrigent ainsi.

Ces applications locales viennent surtout compléter le bain qui reste le principal moyen d'action, comme l'a dit le Docteur OLIVEAU.

Il s'agit dans ce cas de l'association de 10, 20, 30 litres d'eaux-mères, rarement plus, de 25° à 27° B., à l'eau chlorurée d'un degré de salure très variable jusqu'à 20° B.

de l'ossification où l'activité de la moelle osseuse et des tissus hémolymphatiques est très intense : il en résulte des proliférations anormales et aberrantes des cellules de la moelle, du cartilage, et une raréfaction du tissu osseux, amenant cet aspect clinique typique de l'enfant aux jambes arquées, au sternum aplati, au thorax déformé, aux côtes évasées, au ventre bombé. Depuis les travaux de MOURIQUAND, LEULLIER, BERNHEIM et Mlle NEIL, plusieurs formes cliniques de rachitisme ont été individualisées que nous ne pouvons malheureusement énumérer ou développer dans ce travail.

Les troubles nerveux. — Les enfants atteints de nervosisme se rencontreraient de plus en plus fréquemment, de l'avis du Docteur BELOT. Il n'est pas dans le cadre de notre sujet de nous étendre sur l'étiologie et la pathogénie de ces troubles. Certains symptômes en sont particulièrement suggestifs; ce sont : l'insomnie, l'énurésie, la chorée, l'instabilité mentale, les anorexies d'origine névropathique du jeune enfant. Nous ne citerons pas non plus les multiples indications qui varient suivant chaque auteur d'ailleurs et qui, comparativement à ces trois grands chapitres, nous paraissent de portée limitée.

Dans toutes ces affections, les eaux-mères seront employées en applications locales et en balnéation générale.

Nous voulons rappeler l'utilisation des eaux-mères en compresses résolutives appliquées sur les ganglions, leur usage en irrigations naso-pharyngées; mais, surtout, nous voulons insister sur leur emploi pour modifier la médication chlorurée sodique. En effet, les indications précitées ont trait en tout premier chef à cette médication qui a un rôle de stimulation sur les défenses de l'organisme : mais cet effet stimulant peut souvent dépasser le but recherché et provoquer une excitation néfaste; l'addition d'eaux-mères permet d'atténuer

cet effet excitant et, ainsi, l'usage des eaux chlorurées sodiques devient possible chez des enfants pour lesquels elles semblaient contre-indiquées.

En fait, il nous semble que les manifestations cliniques passées en revue relèvent de troubles pathogéniques dûs à des déséquilibres du système réticulo-endothélial et du système nerveux central ou autonome, se rencontrant aussi bien chez des enfants hypervagotoniques qu'hypersympathicotoniques : les réactions de ces derniers à des excitations s'effectuent dans des sens et à des degrés quelconques; elles sont facilement exagérées. Il est donc bien évident que, si on doit tonifier les réactions de défense de l'organisme, on doit en même temps calmer ses réponses. La pratique thérapeutique montre qu'une association d'eaux-mères aux eaux chlorurées sodiques permet de réaliser ce but à Salies. De l'étude sur cette station nous retirons qu'un effet résolutif et qu'un effet sédatif certain des eaux-mères est reconnu, mais que la lumière n'a pas été faite sur les modalités pharmacodynamiques et physiologiques de cette médication. De même on peut s'interroger sur la précision très relative qui préside à leur emploi. Essayer de jeter des lumières sur ces inconnues sera l'objet de notre travail expérimental.

SALINS-DU-JURA

1. HISTORIQUE. — La gorge de Salins, creusée transversalement dans le massif de la première chaîne du Jura, abrite une petite ville de cinq mille habitants au long passé glorieux; elle fut autrefois appelée *Salinum*, nom que lui convient d'autant mieux; relate un manuscrit du ^{xiii}^e siècle, « qu'on fabrique à cet endroit une grande quantité de sel ».

En effet, des eaux salées qui sourdaient à la surface du sol inspirèrent aux gens de la contrée le moyen de tirer partie d'un trésor aussi précieux. Des fouilles faites autrefois mirent à jour différents objets celtés qui laissent penser que ces sources furent exploitées par les Druides, puis par les Romains comme en témoigne la découverte d'une baigneuse en bronze au bas de laquelle est sculptée une écrevisse, signe zodiacal qui marquait l'époque de l'année favorable aux bains.

Les Hériens, premiers habitants de ce pays, groupèrent leurs huttes autour de la source et la population devint en tel nombre pour partager les bénéfices attachés à cette exploitation minérale que, dans un remembrement des villes de la Gaule fait en 150 av. J.C., *Salinum* est au second rang des cités de la province séquanais. Ces hommes avaient trouvé le moyen d'extraire par le feu le sel de ces eaux de source, cette localité fournissant les salaisons de porc les plus prisées à Rome.

Une telle richesse donna lieu à de sanglants combats. Malgré les forts construits pour protéger les premières salines, les barbares exercèrent leurs ravages : ce furent les Allemands et les Burgundes, puis les Sarrazins en 720 et deux cents ans plus tard, les Hongrois. Il fallut les comtes de Bourgogne pour faire ressortir de ses ruines cette malheureuse cité et enfouir

les sources sous d'énormes voûtes. La fabrication du sel ne souffrit plus alors d'interruption mais changea encore de possesseurs : les Franc-Comtois levèrent le drapeau de l'insurrection, s'emparèrent des salines que leur reprirent à leur tour les Espagnols. Enfin, l'annexion de la Franche-Comté à la France permit de céder la concession aux Salines de l'Est, puis à un habile administrateur, M. de Grimaldi, en 1844.

Les **eaux de source**, jaillies à vingt mètres au-dessous de l'établissement thermal, sont utilisées actuellement comme base du traitement. Provenant du **Puits-à-Muire** (nom d'étymologie latine : **Muire** signifiant eau salée et **puits** étant le terme général appliqué à une source, selon le vocabulaire espagnol), elles ne servaient autrefois qu'à l'extraction du sel.

En 1848, des forages traversèrent à deux cents mètres de profondeur un banc de sel gemme immergé, ce qui permit l'établissement d'une saline nouvelle disposant d'eaux beaucoup plus concentrées. Ces **eaux vierges**, servant maintenant d'adjuvant à la balnéothérapie, n'étaient alors destinées qu'à la fabrication du sel et les eaux de source issues du Puits-à-Muire furent abandonnées.

Par un procédé voisin de celui de Salies-de-Béarn les eaux vierges étaient amenées dans des chaudières d'évaporation surmontées d'un chapiteau prismatique pour éviter la déperdition de chaleur. Les **cuites**, au nombre de huit à dix, laissaient, après extraction du chlorure de sodium, un résidu liquide d'évaporation, que les Allemands utilisaient déjà à Kreuznach, en thérapie, sous le nom de **Mutter Lauge**. Trousseau suggéra d'utiliser ces eaux-mères en France.

Pourtant dans cette petite ville, qui peut s'enorgueillir d'être une des plus vieilles stations thermales, il fallut attendre 1858, avant qu'un établissement de bains fut créé sur les instigations du Docteur GERMAIN (38) qui écrivait dix ans

auparavant : « N'est-il pas infiniment regrettable que notre localité se préoccupe si peu du trésor qu'elle possède, et songe encore si peu à donner une impulsion sérieuse à une exploitation si importante dans ses conséquences possibles pour l'humanité et pour notre ville ? »

Il ne tarda d'ailleurs pas à exploiter ces « trésors de la nature » et fut le premier en France à utiliser et à donner des résultats thérapeutiques originaux sur les eaux-mères : « Quoique, à cette époque, je n'eusse pas connaissance du mélange des eaux-mères dans les bains, je n'avais pas attendu ces précieuses recommandations pour traiter un grand nombre de malades avec ces résidus liquides d'évaporation mitigés à l'eau commune... » « En faisant appel à mes confrères, j'obéis à ma conscience de vieux médecin et en leur mettant sous les yeux les résultats de mon expérimentation et de mon observation, je trace une route nouvelle que beaucoup suivront, je n'en doute pas. » Ce chemin fut suivi : BROUARDEL n'écrivait-il pas : « Vous avez l'heureuse chance de posséder des eaux-mères dont l'action est souveraine dans le lymphatisme et la scrofule, dans les tuberculoses osseuses et ganglionnaires. »

Salins-du-Jura pour une seconde fois devenait une des premières stations chlorurées sodiques fortes; appelée à une lointaine époque « Portes de Bourgogne », elle a servi de voie de pénétration à une thérapeutique inusitée en France : celle des eaux-mères.

2. COMPOSITION CHIMIQUE. — Au ^{xix}^e siècle, l'importance donnée à la chimie naissante avait amené les médecins à envisager l'aspect analytique des eaux de Salies-de-Béarn. A cette même époque et avec des procédés semblables, des recherches identiques étaient faites pour Salins. Aussi, nous n'avons pas été étonné de retrouver pour cette station,

comme pour la précédente, certaines divergences dans les différents résultats; par suite, nous les exposerons sans nous attarder à les commenter.

«M. Desfosses, habile chimiste de Besançon, instruit que le brome avait été retiré des eaux-mères de soude de varech, qui servent à l'extraction de l'iode, fut conduit à faire ces mêmes recherches sur les résidus liquides d'évaporation de la saline de Salins. Il ne fut pas trompé dans ses prévisions; le premier, il signala, en 1827, la présence du bromure de potassium dans les eaux-mères de cet établissement minéralogique. Le procédé qu'il employa diffère peu de celui indiqué dans les Annales de chimie et de physique (1826). C'est en soumettant, dans une cornue de verre, et à l'action du feu, un mélange d'un peu d'acide hydrochlorique, de peroxyde de manganèse avec l'eau-mère, réduite au dixième de son volume, dans laquelle on avait préalablement fait bouillir de la chaux éteinte, dont le dépôt avait été lavé à plusieurs reprises, que ce chimiste a obtenu, sous forme de liquide rutilant, la quantité de bromure de potassium signalée dans son analyse. Un litre d'eau-mère, ainsi traité, pesant 1,267, a donné 0,600 g de bromure de potassium. M. Desfosses rectifia ce dosage, lorsqu'il fut invité par M. le maire de Salins et d'après l'avis de son Conseil, à procéder à une nouvelle analyse de ces eaux minérales que MM. les docteurs Mouciet et Matuszewitz venaient d'employer avec succès dans le traitement de quelques maladies... » (28). Et l'auteur ajoute plus loin : « Ces résultats furent transmis à un habile administrateur, M. de Grimaldi, qui n'avait pas attendu ces communications pour prendre une connaissance exacte de la composition minéralogique de ces eaux. Dès 1844, il avait chargé M. Favre d'en faire l'analyse chimique, et, l'année suivante, MM. Dumas, Pelouze et Favre, en confirmèrent l'exactitude; ils évaluèrent à 2,700 g la quantité de bromure de potassium renfermée dans un litre d'eau-mère. Ce résultat moyen de trois opérations ne laisse aucun doute

sur l'exactitude et la précision des moyens analytiques employés par ces savants chimistes de Paris. »

DUMOULIN (27), en 1865, puis en 1877, reprend l'étude chimique des eaux-mères de Salins et écrit :

« On comprendra sans doute que les eaux-mères peuvent varier dans leur composition selon que la concentration a été plus ou moins grande, selon surtout qu'elles proviennent de cristallisation de 24, 48 ou 96 heures, selon, en un mot, qu'elles sont le résidu d'une plus ou moins grande masse d'eau. Toutefois, on peut les considérer comme ayant une composition assez constante. »

Peut-être est-ce la raison pour laquelle il n'indique pas le degré Baumé des eaux-mères dont il nous donne la composition. (cf. tableau IV).

Les divergences rencontrées au sujet des diverses analyses ne sont pas faites pour nous étonner. DUMOULIN en donne une explication mais en outre soulève un autre problème en écrivant :

« Nous pourrions multiplier les exemples de ces divergences de chiffres; quant à la valeur des bromures, on sait qu'elle peut varier avec chaque chimiste, puisque l'admission de tel ou tel bromure est le résultat du calcul et non de l'expérience; on conçoit du reste que ceci puisse influencer sur les chiffres, selon que l'on combinera le brome trouvé avec des métaux dont l'équivalent sera plus ou moins élevé; c'est ainsi que des poids égaux de bromure de potassium et de bromure de sodium ne renferment pas des poids égaux de brome pour la seule raison que l'équivalent du sodium est beaucoup moins élevé que celui du potassium. »

En effet, s'il est intéressant de savoir que les eaux-mères de Salins sont **magnéso-bromo-chlorurées sodiques**, il serait

intéressant de connaître leur équilibre dynamique qui se traduit en partie par leur analyse en milliéquivalents. Malheu-

	E.M. 30° B. Desfosses 1845	Favre Dumas Pelouze 1844	Dumoulin 1877
Chlorure de magnésium	37.510	31.750	60.90
Chlorure de sodium	180.420	157.980	168 »
Chlorure de potassium	9.570	31.090	
Sulfate de magnésie	26.764	19.890	
Sulfate de potasse	3.977	10.140	65.58
Sulfate de soude	59.578	64.170	22.06
Bromure de potassium	0,600	2.70	2.84
Iodure de sodium			Traces

TABLEAU IV. — Analyses des eaux-mères de Salins-du-Jura, faites à différentes époques. Les résultats sont exprimés en g/l.

reusement nous n'avons pas eu connaissance d'analyse chimique plus récente et plus complète.

3. PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES. — « Je conteste formellement l'opportunité absolue de la connaissance de l'action physiologique des eaux minérales, comme de tous les autres médicaments, car, pour moi, les eaux minérales sont des médicaments d'un genre différent sans doute, dont le mode d'emploi a quelque chose de spécial, mais ce ne sont que des médicaments », écrivait LUMOULIN (27) en 1877. Faut-il prendre cette phrase pour une affirmation ou pour une boutade !...

On peut plutôt penser que le terme de « physiologie » ne révélait pas pour l'auteur le sens que nous lui attribuons : les eaux-mères de Salins ont donné lieu à des études physiologiques très approfondies, et nous les développerons avec un soin particulier, car, si l'analyse chimique ne nous permet guère de tirer des conclusions médicales, les travaux faits dans le domaine de cette discipline éclaireissent le mode d'action des eaux-mères.

Déjà aux environs de 1845, GERMAIN (38) avait observé « l'action topique physico-vitale des eaux-mères dans l'état de santé ». Bien que toute une partie de son étude nous semble actuellement désuète, beaucoup de ses observations constituent des bases physiologiques certaines. C'est ainsi qu'il écrit :

« Si, dans le début, on mêle à un bain tiède un sixième environ d'eaux-mères, l'effet de ces bains se transmet des téguments aux organes spéciaux, au système digestif et à toutes les fonctions sécrétoires; l'appétit est plus vif, les digestions faciles et promptes; la respiration se fait avec plus d'amplitude; le pouls, moins fréquent, acquiert de la plénitude... A un sentiment de bien-être, auquel on est peu habitué, se joint celui d'une certaine corroboration qui dispose à se livrer à tous les exercices sans qu'ils déterminent la fatigue habituelle. Mais ces résultats sont bien différents si, dès le

commencement, on mêle à l'eau commune du bain plus du tiers de résidu liquide bromuré : la peau devient rouge et chaude, la figure se congestionne, le pouls bat bien plus vite... les fonctions digestives perdent de leur activité; après la sortie du bain, et durant un certain temps, on observe de la faiblesse et un sentiment de courbature... »

Les eaux-mères constituent donc pour cet auteur une médication très différente des eaux originelles, car elles sont douées de propriétés particulières leur appartenant en propre : elles ne sont pas seulement chargées de minéraliser plus ou moins les bains. Cependant l'opinion médicale, négligeant les travaux de GERMAIN, estima pendant longtemps que ces eaux-mères étaient uniquement des agents venant renforcer la balnéation chlorurée sodique particulière à Salins. Cette station possède, en effet, des **eaux de source** qui ont une composition voisine de l'eau de mer (avec 20 à 30 g de ClNa par litre), et qui constituaient durant tout le xix^{e} siècle le fond de la balnéothérapie saline. Or à Salies-de-Béarn, comme nous l'avons vu, les eaux provenant de la source du Bayàa titraient plus de 200g de ClNa par litre : on pensait donc que l'addition d'eaux-mères aux eaux de Salins n'avaient pour but que d'élever la concentration des eaux de source de cette station pour la rapprocher de la teneur en sels totaux de celles de Salies-de-Béarn.

De plus, les eaux-mères de Salies étaient bromurées-magnésiennes; comme à cette époque on s'attachait à attribuer l'action physiologique à la teneur en éléments minéraux prédominants, et, comme le brome et le magnésium étaient essentiellement doués de propriétés sédatives, on ne voulait pas reconnaître aux eaux-mères de Salins cette même action, étant donné que leur élément prédominant était chloruré sodique et que les teneurs bromo-magnésiennes étaient plus faibles.

Indirectement, ce problème touchait les eaux-mères des marais salants qui sont, elles aussi, chlorurées sodiques et calciques; on comprend ainsi l'intérêt de la discussion de ce problème qui peut être résolu partiellement par les études physiologiques que nous allons relater.

C'est à DUCRUET ⁽¹⁾ que revient le mérite d'avoir infirmé des conceptions erronées qui ne se déduisaient que d'une analyse chimique pondérale. Cet auteur ⁽²⁾ écrit :

« Mon premier travail a été de faire une discrimination dans les propriétés globales entre les différentes eaux minérales employées à Salins. Dans mon travail d'admission à la Société d'Hydrologie Médicale, j'ai pu établir par la clinique simple, que les eaux minérales de source et les eaux-mères avaient des actions électives et opposées : les premières étant excitantes, toniques, vaso-constrictives périphériques, les secondes étant à dose faible excitantes comme les premières, mais à dose forte ayant un effet prédominant opposé, c'est-à-dire vaso-dilatatrices, déprimantes avec diminution de la pression artérielle. »

C'est en 1920 qu'il entreprit cette étude physiologique en étudiant : le pouls, la pression artérielle, la vasomotricité artérielle, la force musculaire :

a) Le pouls ; s'il est influencé par la température (les bains chauds l'accélèrent et les bains froids le ralentissent), il est toujours diminué dans sa fréquence par l'addition d'eaux-mères mélangées au bain dans la proportion de 1/6^e par rapport aux eaux de source.

(1) Nous tenons à adresser nos plus vifs remerciements au Dr DUCRUET pour son aide généreuse et désintéressée.

(2) Correspondance personnelle.

b) La pression artérielle : si la pression artérielle est influencée aussi par la température (abaissement de la maximale et de la minimale par les bains chauds et effet contraire par les bains froids), on note avec les eaux-mères au 1/6^e : un abaissement de la maximale, une élévation de la minimale, un pincement de la différentielle.

c) la vasomotricité artérielle : on obtient une rougeur des téguments qui est due, comme le montre l'oscillomètre de Pachon, plus à une vasodilatation des artérioles qu'à une veino-constriction.

Et il propose comme mode d'action des eaux-mères leur effet sur le système cardio-vasculaire... mais malheureusement il ne nous dit pas par quel mécanisme intime se manifeste cette action, et il écrit : « L'absorption, la radioactivité, l'ionisation et surtout l'action catalytique étudiée par A. Robin, jouent probablement un rôle. »

D'ailleurs, la littérature médicale parcourue ne nous a pas apporté d'explications et TAILLANDIER (78), dont la thèse est considérée comme faisant le point actuellement à ce sujet, ne propose pas davantage d'hypothèse définie.

Rappelons, cependant, le travail de SANTENOISE (72) : « Devant les résultats satisfaisants donnés par la cure thermique de Salins chez les enfants, il était intéressant de rechercher quels étaient les mécanismes d'action de cette eau. »

Sur vingt-sept enfants âgés de sept à quatorze ans, il étudie :

— l'excitabilité des centres respiratoires par le test au CO₂;

— l'excitabilité réflexe parasympathique par le réflexe oculo-cardiaque;

— l'hyperergie parasympathique périphérique par le pouvoir cholinestérasiq ue du sérum sanguin;

- l'excitabilité réflexe sympathique par le réflexe solaire;
- l'excitabilité réflexe des centres vaso-pulmonaires par le test de la maxima.

Il trouve que les eaux-mères (bains calmants) ont une action particulièrement sédative sur le système nerveux végétatif, diminuant l'excitabilité réflexe sympathique et relevant le pouvoir cholinestérasique du sérum. L'action dépressive s'observe toutefois plus nettement dans le domaine du sympathique.

Dans une récente étude, DUCRUET (26) recherche les variations des réflexes tendineux et des réflexes cutanés sous l'influence des eaux-mères. Il note que ces dernières en diminuent la vivacité et que cet effet se maintient plusieurs mois après la cure : or on sait que les réflexes ont des rapports étroits avec le comportement de l'individu.

Ces travaux semblent suffisants pour apporter un fondement physiologique sérieux dans l'utilisation des eaux-mères et lèvent les contradictions dues à des querelles de clocher, où chacun ne cherchait qu'à se tailler une place de choix; des variations dans le dosage gravimétrique des principes chimiques des constituants n'entraînent pas forcément des effets physiologiques différents.

Donc, l'étude de Salies-de-Béarn et de Salins-du-Jura montre que les eaux-mères de ces deux stations, que l'on avait voulu différencier, voire opposer, sont physiologiquement identiques comme action. Ces deux types d'eaux-mères peuvent être considérés comme deux extrêmes au point de vue chimique, l'un à très forte proportion de ClNa , l'autre à très forte prédominance d'autres éléments salins (magnésium surtout) : ceci permet de généraliser pour tous les autres types d'eaux-mères.

4. INDICATIONS THERAPEUTIQUES. — On conçoit donc que les indications thérapeutiques soient les mêmes pour Salins que pour Salies-de-Béarn, qu'il s'agisse de balnéothérapie ou de traitements locaux. Celles qui en sont données par DUCRUET lui-même nous le confirment :

« Nous réservons l'usage des eaux-mères aux hypersthéniques, aux sujets porteurs de gros engorgements ganglionnaires, ou atteints d'affections osseuses ou articulaires chroniques. »

Les affections de l'enfance qui en relèvent sont particulièrement : le lymphatisme, le rachitisme, les troubles de croissance, le nervosisme, l'irritabilité, l'instabilité psychomotrice, les incontinences nocturnes d'urine.

Parmi les nombreuses affections gynécologiques indiquées, nous notons en particulier :

- les métrites chroniques,
- les annexites,
- certains troubles fonctionnels ou endocriniens.

Si les effets thérapeutiques sont identiques pour les deux stations précitées, on conçoit qu'ils puissent être étendus pour toutes les eaux-mères et déjà, en 1845, FIGUIER et MIALHE avançaient dans le Journal de Chimie Médicale : « Si l'on ajoutait aux eaux de mer, type de toutes les eaux minérales salines, une certaine quantité de leur résidu d'évaporation, ainsi que d'autres sels dont la prédominance fait le caractère minéralogique de la plupart des établissements thermaux alcalins, on obtiendrait des effets curatifs à peu près identiques. » (38).

CONCLUSION

A Salies-de-Béarn, station hydrominérale située dans les Basses-Pyrénées, on fabrique des eaux-mères en évaporant dans des poêles de fonte des eaux provenant d'une source chlorurée sodique forte; on obtient alors des eaux-mères titrant à volonté selon la durée de la chauffe de 25° B à 35° B. Leur composition chimique a prêté à de nombreuses discussions : elle est en fait variable d'autant que les eaux originelles dont elles sont issues n'ont pas une composition fixe. Quoiqu'il en soit, les eaux-mères de Salies, sont chloro-bromo-magnésocalcalines.

Leurs effets physiologiques ont été peu étudiés; mais comme elles sont voisines de celles de Biarritz, les travaux établis pour cette dernière station peuvent être utilisés : nous en concluons que ce sont des eaux calmantes et résolutives. Longtemps on a attribué ces effets au brome et au magnésium.

Elles sont utilisées en pédiatrie :

- Dans le lymphatisme,
- Dans le rachitisme,
- Dans les troubles nerveux.

En gynécologie, parmi leurs multiples indications, on les emploie dans :

- les aménorrhées, les méno-métrorragies,
- les annexites,

- les rétroversions utérines,
- certaines formes de stérilité.

A Salins, station hydrominérale située dans le département du Jura, on fabrique aussi des eaux-mères par évaporation d'eaux salées provenant d'anciennes salines établies à proximité d'un banc de sel gemme immergé. Leur composition chimique diffère beaucoup de celle de Salies : elles sont faiblement bromo-magnésiennes, avec une forte prédominance du chlorure de sodium.

De là, certains auteurs ont voulu leur attribuer des effets thérapeutiques opposés.

Cependant une étude physiologique poussée montre qu'elles sont également calmantes et dépressives.

De plus, les eaux-mères de Salins-du-Jura, surtout chlorurées sodiques, paraissent être du même type que celles que l'on obtient à partir des marais salants. Cette étude comparative nous semble d'autant plus intéressante qu'elle nous rapproche des eaux-mères de La Paule.

Germain n'écrivait-il pas en 1854 : « J'avais depuis longtemps exprimé mon étonnement de ce que notre gouvernement, ou l'industrie privée, n'eussent point la pensée de créer sur nos côtes maritimes les plus salubres des établissements de bains de mer, dans lesquels on utiliserait les eaux-mères des marais salants. ». (38).

CHAPITRE III

ETUDE DES EAUX-MERES DE LA BAULE-EN-BRETAGNE

L'existence des marais salants est le privilège de certains coins du Littoral français. On les trouve particulièrement répandus dans deux endroits principaux :

1° Sur la côte méditerranéenne dans une région qu'on peut situer en évoquant les noms de Sète, Narbonne, La Nouvelle;

2° Sur la côte atlantique dans une zone allant du Morbihan à l'île d'Oléron. Le Pays Guérandais reste le principal centre producteur de sel.

1. ORIGINE DES EAUX-MERES DE LA BAULE : LES MA-
RAIS SALANTS : DESCRIPTION - L'INDUSTRIE DU
SEL : LES EAUX DE LAVAGE.

Située à 75 kilomètres de NANTES, le long de la côte sud de la Bretagne, LA BAULE est justement renommée pour son micro-climat doux et tempéré et sa magnifique baie en faisant la première plage d'Europe. Construite depuis la fin du siècle dernier en bordure du pays salin de Guérande, elle dresse du haut de ses dunes un éventail de pins et d'arbres variés où se nichent plus de dix mille villas qui s'étendent en pente douce vers la mer. Si le soleil, qui baigne le plus souvent ce pays, a fait mériter à La Baule le surnom de « Midi de la Bretagne »,



Vue des marais salants de la presqu'île Guérandaise.

ce même astre bénéfique a présidé sous des temps plus anciens à l'aménagement des marais salants.

Ceux-ci, que nous allons situer, occupent deux zones appelées : l'une bassin de Mesquer, l'autre bassin de Guérande. Ce



Fig. 2 et 3 - Cartes de Bretagne et de la presqu'île Guérandaise.

dernier (cf. figures 2 et 3), de beaucoup le plus important, est aussi le plus proche de La Baule. Il dessine un quadrilatère

dont la limite sud est constituée par le massif côtier du Pouliguen, du bourg de Batz et son prolongement vers Le Croisic. Une barrière puissante et naturelle s'oppose ainsi aux assauts de l'Océan. Il n'en est pas de même à l'Ouest où les marais longent le grand et le petit **traict** du Croisic, sorte de lacs marins laissant découvrir aux basses marées leur fond sablonneux mais envahis par la mer lors du flux, ce qui a nécessité la construction de digues et de levées d'entretien difficile et coûteux. Un grand nombre de canaux ou **étiers** puisent dans ces traicts, l'eau qui ira alimenter les marais. Les terres cultivables de Guérande bouclent au nord la ceinture, tandis qu'à l'est le grand étier du Pouliguen et La Baule servent de limites. Le bassin de Mesquer est situé plus haut, le long de la côte ouest : les marais partent du traict de Mesquer et déploient leurs tentacules vers l'arrière-pays. Cet ensemble de canaux et de petits lacs, découpés géométriquement par la main de l'homme, couvre plus de mille cinq cents hectares de terrain.

Une telle entreprise a été réalisée grâce à l'architecture très particulière de cette contrée que l'on explique par les bouleversements géologiques qui l'ont affectée à une époque discutée, mais que la plupart rattachent au début du Quaternaire.

En ce temps, la côte s'avancait bien au large de ce qu'elle est aujourd'hui; ses anciens contours sont encore marqués par les plateaux sous-marins du Four et de la Banche, alignés parallèlement à plusieurs milles du relief côtier actuel. Survint alors une transgression marine qui isola du plateau de Guérande ce que l'on a appelé longtemps l'île de Batz et que l'on dénomme aujourd'hui la presqu'île du bourg de Batz et du Croisic. Ce canal de séparation subit ensuite un comblement partiel à la suite d'une régression marine survenue dans la seconde partie du Quaternaire : des sables émergés au moins aux basses marées et venus, on le pense, de la Loire, formèrent sous

l'action des vents, une succession de formations dunaires protectrices qui obturèrent ce passage et posèrent sur cette dépression devenue marécageuse, un lit sableux. Par la suite, la Loire et la Vilaine y charrièrent des vases dont l'épaisseur atteint en moyenne un mètre et sur lesquelles ont été établis les premiers marais salants. (54).

A qui attribuer leur création géniale ? Selon la légende, ils existaient au temps des Vénètes; ces illustres gens de mer établis tout au long de la côte sud de l'Armorique auraient

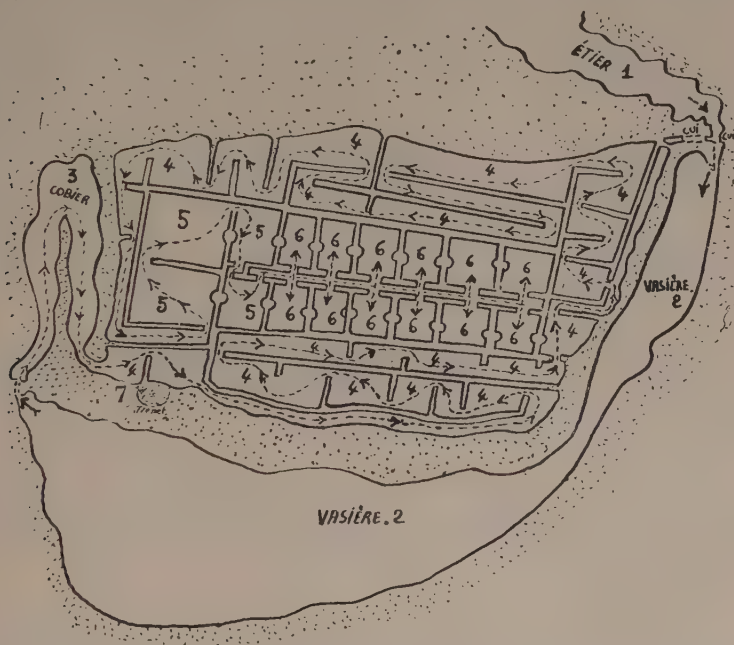


Fig. 4 - Plan d'un marais salant. (Les flèches indiquent le parcours suivi par l'eau de mer.) - 1. étier, 2. vasière, 3. cobier, 4. fare, 5. aderne, 6. œillet, 7. trémet.

fait trafic de sel depuis un long moment, avant d'être anéanti par la flotte de Brutus au large du Croisic en l'an 59. Pour-

tant, il semble probable que ce furent les Romains, passés maîtres dans l'art d'extraire le sel, et dont l'on retrouve les traces dans les diverses stations thermales chlorurées sodiques, qui virent dans ce pays plat et ensoleillé un endroit idéal pour son exploitation. La façon remarquable avec laquelle ils ont été réalisés, laisse supposer chez ces bâtisseurs une longue maîtrise sans doute acquise au contact des pays chauds permettant de mettre plus facilement au point une technique. En effet, l'organisation d'un marais salant est conçue selon une théorie toute entière orientée dans le but de « faciliter » au maximum l'évaporation de l'eau salée naturelle sous la double influence de la chaleur et du vent. Il est nécessaire de concentrer suffisamment l'eau de mer qui ne titre que 2°5 au pèse-sel, pour l'amener à 25°, seuil permettant de porter à saturation le chlorure de sodium. Il faut de plus n'extraire que ce sel, laissant de côté les autres principes renfermés dans cette eau. Le liquide restant, où l'on retrouve les éléments constitutifs de l'eau de mer à l'état concentré, moins la plus grande partie du chlorure de sodium, n'est autre que l'EAU-MERE.

La description d'un marais salant type ⁽¹⁾, permet de suivre les diverses étapes de l'extraction du sel et de la formation des eaux-mères. (Figure 4.)

Le principe qui préside à son établissement repose sur celui des vases communicants : il est, en effet, de niveau infé-

⁽¹⁾ Nous devons ici remercier : M. Le Hesrand, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui nous a fait part de ses connaissances et de sa longue expérience concernant la technique des marais salants;

— M. Cholet, président du Syndicat d'initiative du Bourg de Batz, qui nous a confié ses notes personnelles sur les marais salants.

rieur à celui des marées hautes de pleine et de nouvelle lune, ce qui permet son remplissage, mais aussi nécessite l'établissement de digues de protection, et de niveau supérieur à celui des marées de premier et de dernier quartier, pouvant ainsi évacuer ses eaux par un **cui** (42).

L'**étier**, sorte de cours d'eau à sec dans sa partie supérieure lors des marées de faible amplitude, voit dès lors, deux fois par mois, au moment des hauts flux, l'eau remonter progressivement son lit et gagner des fossés ou **bondres** qui vont aller remplir la **vasière**. Celle-ci constitue un réservoir profond, de forme irrégulière, servant à alimenter le marais en attendant une autre forte marée. L'eau de mer y subit une première décantation, se débarrasse de ses matières terreuses et s'y concentre. Une eau alors plus pure va passer dans le **cobier**, second bassin de décantation et dernière étape avant son passage dans la **saline** proprement dite. Celle-ci va permettre de concentrer au maximum l'eau de mer, sous l'influence des deux facteurs primordiaux déjà cités : le soleil et le vent. Dans ce but, sa périphérie est occupée par une série de compartiments de forme rectangulaire appelés **fares**, disposés en chicane grâce à des **ponts**, ou petites levées d'argile, permettant de faire parcourir à l'eau issue du cobier le plus de chemin possible sous une épaisseur très faible. Au centre sont les **adernes**, derniers compartiments où le paludier emmagasine l'eau nécessaire à l'alimentation des **œillets**, véritable cœur de la saline. Ces œillets ou **cristallisoirs** forment un rectangle de huit à dix mètres de côté dont le fond d'argile battue est légèrement surélevé au centre, et où le niveau de l'eau n'est sur les bords que de deux centimètres. Celle-ci atteint là sa concentration optimum permettant la cristallisation du sel. En effet, tout au long de ses passages successifs dans les fares, puis dans les adernes, l'eau marine se dépouille de certains sels : vers 10° Baumé, elle abandonne son carbonate de calcium et son oxyde de fer, de 11° à 25° B., elle laisse du

sulfate de calcium et atteint finalement dans l'œillet une concentration de 27° à 28° B., avec dépôt de chlorure de sodium et d'une faible quantité de chlorure de magnésium (46).

Par temps très ensoleillé et sous faible vent, un sel blanc, très fin, cristallise à la surface de l'œillet. Il est aussitôt recueilli par la femme du paludier à l'aide d'une pelle plate, la **lousse**, car, selon une lointaine coutume, c'est à elle qu'en revient le profit. Ce « sel blanc de Guérande » est très apprécié pour les salaisons.

Cependant, la majeure partie du chlorure de sodium cristallise en gros grains dans la profondeur de l'œillet. On l'appelle sel brut ou sel gris car il contient de la vase, du calcium, du magnésium et des bromures. L'art du paludier consiste à pousser le sel formé vers les bords de la saline, sans en racler le fond. Pour cela, il utilise le **las**, sorte de râteau de hêtre emmanché sur une perche de châtaignier de six mètres.

Après extraction de ce sel comestible, il reste alors dans le cœur de la saline un liquide très dense, de couleur jaunâtre : les eaux-mères. Celles-ci renferment à l'état concentré les éléments principaux de l'eau marine, autres que le chlorure de sodium. Il s'agit surtout de sels de calcium, de magnésium, de potassium et de bromures. Ces eaux-mères sont à demeure dans l'œillet et reçoivent sans cesse une nouvelle quantité d'eau marine provenant de l'aderner. L'addition répétée d'eau de mer et l'extraction continue du sel comestible provoquent ainsi un enrichissement progressif et de plus en plus élevé de ces éléments contenus dans les eaux-mères.

Durant les années chaudes et sèches, la récolte commence vers le 15 juin et se prolonge jusqu'en fin septembre. Il arrive alors que les eaux-mères atteignent une telle concentration en chlorure de magnésium que, dans une eau ainsi saturée, le

sel comestible cristallise aussitôt sous forme de produits déliquescents surchargés d'éléments magnésiens et ainsi inutilisables. Ce phénomène connu est appelé « échauffement des marais ».

Il n'en est pas toujours ainsi : à l'inverse, une précipitation de quelques millimètres venant tomber sur les deux centimètres d'eau des œillets suffit à les noyer, affaiblissant considérablement leur degré de concentration. La récolte du sel se voit ainsi interrompue pour deux, trois jours ou plus et les eaux-mères sont très appauvries.

Tout ceci revient à dire que les eaux-mères ont une teneur essentiellement variable en leurs divers constituants; cela dépendra de l'époque de leur prélèvement : plus avance la saison, plus elles s'enrichissent. Il faudra tenir compte aussi du moment de ce prélèvement : on pourrait les recueillir avant l'extraction du sel par le paludier ou bien après cette dernière et l'admission d'une nouvelle quantité d'eau marine. Enfin les conditions atmosphériques jouent le plus grand rôle : dans les mauvaises années, la récolte du sel est fréquemment arrêtée. En règle générale, les eaux-mères peuvent varier de 26° B. à 35° B.

INDUSTRIE DU SEL : LES EAUX DE LAVAGE

Le sel gris, après avoir été récolté, est mis en gros tas appelés **mulons** puis, lorsque le paludier n'en trouve pas preneur, recouvert d'une couche de vase pour le protéger des intempéries. Si la vente est favorable, il est aussitôt acheminé vers des usines qui vont le débarrasser de ses impuretés par le lavage.

Nous allons en décrire le procédé :

Sachant que le sel cristallise à 25° Baumé, il est de toute évidence qu'un lavage pratiqué à l'eau de mer qui ne titre que 2°5 Baumé, ou à plus forte raison à l'eau douce, n'aurait pour résultat que de provoquer la dissolution de ce sel récolté avec peine par le paludier. Il faut donc utiliser des eaux suffisamment saturées appelées **eaux de lavage**. Celles-ci sont constituées par de l'eau de mer dans laquelle on adjoint à l'avance la quantité de sel brut nécessaire pour atteindre une concentration telle que, lors de leur mise en contact avec le sel gris à traiter, elles ne provoquent plus la dissolution du chlorure de sodium. Les eaux de lavage que nous avons titrées pesaient 27° Baumé.

Après avoir été stocké, le sel brut est amené au contact des eaux de lavage par une gouttière ou **nochère**, dans laquelle tourne une vis sans fin; puis le mélange ainsi formé passe dans un **broyeur** qui achève de désagréger les morceaux de sel qui ont pu rester agglomérés. Sel et eau parviennent alors dans une série de **laveurs** dans lesquels des pales de bois brassent le mélange intimement et permettent d'obtenir finalement d'un côté un sel blanc qui sera égoutté et de l'autre des eaux de lavage surchargées des impuretés qu'il a laissées. Or, ces impuretés contiennent en grande part des matières terreuses, vase et argile, mais aussi, si l'on oublie pas que le sel brut est imprégné d'eaux-mères lors de sa récolte, des éléments minéraux autres que le chlorure de sodium, c'est-à-dire du calcium, du potassium, du magnésium et des bromures. Il faut de plus considérer qu'après avoir été stockées dans d'immenses bacs communiquants munis de chicanes permettant de décantier les vases, ces eaux ne sont pas renouvelées et resservent sans cesse pour laver de nouvelles quantités de sel brut. Elles s'enrichissent alors progressivement en ces éléments minéraux précités.

Le sel blanc ainsi obtenu forme de gros cristaux; aussi, dans le but d'obtenir du sel fin, une usine du POULIGUEN

recourait-elle au procédé de la chauffe employé, nous l'avons vu, dans les installations du type de SALIES-DE-BEARN.

Le sel brut était dissous avec de l'eau de mer dans de vastes cuves en ciment appelées **fondoirs**. Le mélange ainsi obtenu passait, après filtration, dans des **poêles** de tôle sous lesquelles on entretenait un feu continu. Un sel fin et blanc ne tardait pas à être recueilli en surface. L'addition continue d'eau salée, suivie de l'extraction du chlorure de sodium, permettait d'obtenir après un mois de chauffe environ un liquide jaunâtre, concentré, gênant la cristallisation du sel : par assimilation, on l'appelait également eaux-mères.

La pénurie de combustible et les événements de la dernière guerre ont fait cesser ce raffinage.

La BAULE possède donc :

— des eaux-mères provenant des marais salants : celles-ci obtenues par un procédé naturel sont très variables dans leur concentration;

— des eaux de lavage utilisées dans l'industrie du sel. Leur composition chimique doit rappeler celle des eaux-mères puisqu'elles se sont enrichies en leurs constituants;

— il serait possible d'obtenir par la chauffe d'autres eaux-mères : malgré que le raffinage du sel guérandais ne soit plus rentable industriellement, les poêles pourraient être remises en état pour l'obtention de ce type d'eau à utiliser en thérapeutique. M. de Saint-Sernin en avait pressenti l'utilisation. Dans le dosage d'eaux-mères marquant 27° Baumé, il avait obtenu 21,96 gr. de magnésium.

2. — ANALYSE CHIMIQUE DES EAUX-MÈRES ET DES EAUX DE LAVAGE DE LA BAULE.

L'étude chimique des eaux-mères et des eaux de lavage a dû s'effectuer en un laps de temps assez réduit pour une analyse d'eau de ce type. Dans les conditions et les limites de temps que nous accordaient les circonstances, il ne pouvait être permis de se livrer à une étude approfondie du genre de celles que poursuit l'Institut d'Hydrologie au cours de l'analyse complète des eaux minérales, œuvre qui fréquemment demande un nombre important de mois pour sa parfaite réalisation. Nous nous sommes, par suite, borné à une série de déterminations qui nous sont apparues primordiales en raison de la connaissance que nous possédons déjà de la composition générale des eaux de mer, de celle encore des diverses eaux-mères préparées et utilisées dans les stations thermales à eaux chlorurées sodiques fortes. Nos essais ont porté sur un échantillon d'eaux-mères à 26° B., prélevé le 20 août 1960, au cours d'une période estivale fort humide qui a gêné considérablement la campagne de récolte salinière, alors que le sel brut n'avait pas été entièrement retiré des œilletons. Leur répétition s'est effectuée sur des eaux de lavage prélevées à la même époque. Les dosages ont été pratiqués sur les eaux décantées de manière à en séparer le dépôt insoluble important qu'elles renferment en suspension.

La détermination du pH de ces liquides a été effectuée par voie électrométrique à l'aide d'un pH-mètre de Quéré utilisant l'électrode de verre de Haber et une électrode comparative au calomel.

Les dosages des ions ont été effectués d'une façon générale par pesée. Nous avons suivi pour Cl^- , SO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , les techniques classiques générales telles qu'elles sont indiquées par TOUPLAIN (80).

Pour le dosage de l'ion Br^- , outre le mode de séparation indiqué dans cet ouvrage, nous avons pratiqué une série de déterminations sur des dilutions diverses des liquides à l'aide de la technique colorimétrique de CHELLE et DENIGES (14) (24), déterminations qui ont donné des résultats constants, aux erreurs d'expérience près.

La recherche de l'ion I^- pratiquée suivant les diverses techniques indiquées par TOUPLAIN (80), a montré que cet anion, s'il demeure dans l'eau-mère, y figure seulement à une concentration inférieure à $1/10^7$.

Pour les ions alcalins, une opération plus complexe a été conduite. Outre des mesures au spectrophotomètre à flamme, il a été procédé à un essai de dosage suivant la méthode clas-

COMPOSITION IONIQUE

	Eaux-mères 26° B. pH : 6,4		Eaux de lavage pH : 6,45	
	g/l	eq/l	g/l	eq/l
Extrait sec à 180° C	762,148		868,882	
1° Cations				
Na ⁺	257,367	11,194	299,414	13,018
K ⁺	1,436	0,037	1,642	0,042
Ca ⁺⁺	24,778	1,239	26,279	1,314
Mg ⁺⁺	4,273	8,356	4,615	0,388
2° Anions				
Cl ⁻	427,578	12,042	494,426	13,927
Br ⁻	2,860	0,036	2,980	0,042
I ⁻	inférieur à $1/10^4$		gramme par litre	
SO ₄ ⁻⁻	39,783	0,829	38,610	0,804

sique indiquée par TCUPLAIN. En outre, pour le sodium, un dosage par le sel de STRENG (acétate triple d'uranium, magnésium et sodium) suivant le **modus operandi** décrit par Barthe et Dufilho (6) a été pratiqué.

Si nous exprimons les résultats sous la forme ionique, actuellement seule admise par les hydrologues, nous obtenons les valeurs énoncées dans le tableau ci-dessus (page 81).

Il est évident qu'un tel mode d'exposé s'avère éloquent pour l'analyste et pour le physico-chimiste; il représente pour eux les quantités exactement déterminées au cours des dosages ou encore il leur permet le passage facile à une expression équivalentielle utile pour l'appréciation de la rigueur des résultats. Il demeure par contre quelque peu hermétique pour le clinicien et le thérapeute, davantage accoutumés à une désignation précise suivant la nomenclature des combinaisons qu'à l'expression de ces dernières sous forme dérivée de leur dissociation électrolytique. Aussi, malgré qu'il demeure toujours assez aléatoire d'opérer de tels rapprochements ioniques, avons-nous tenté de donner une physionomie hypothétique de la constitution des eaux étudiées; l'application des règles de Fresenius demeure dans ce cas général assez facile. Elle se heurte principalement à la concentration calcique importante du liquide; nous devons nous rappeler à ce sujet que l'enrichissement d'un soluté en ions Cl^- , augmente dans des proportions énormes la solubilité du sulfate de calcium naturel et que seul l'équilibre qui s'établit entre les divers anions et le cation Ca^{++} permet de comprendre sa forte proportion dans le mélange.

A titre indicatif et pour permettre une comparaison, nous

donnons ici la composition de l'eau de l'Océan Atlantique telle

COMPOSITION HYPOTHETIQUE

	Eaux-mères	Eaux de lavage
	26° B.	26° B.
Chlorure de sodium.....	654,9 gl	761,6 gl
Chlorure de potassium....	2,9	3,3
Chlorure de magnésium..	8,5	9,1
Chlorure de calcium.....	33,7	36,9
Bromure de magnésium..	3,3	3,4
Sulfate de magnésium....	8,5	9,3
Sulfate de calcium.....	46,7	44,2
	758,5	867,8

qu'elle figure dans le précis classique d'hydrologie de JADIN et ASTRUC :

Résidu fixe : 38,400.

1° **Cations** (grammes par litre) :

Na⁺ 11,719

K + 0,6682

Ca⁺⁺ 0,5568

Mg⁺⁺ 1,1981

2° **Anions** (grammes par litre) :

Cl ⁻	20,840
Br ⁻	0,3878
SO ₄ ^{- -}	3,029

Une analyse chimique récente (44) des eaux-mères utilisées dans les principales stations pyrénéennes, permet de plus d'établir le tableau comparatif suivant :

	Salies-de-Béarn 26°E.	Salies-de-Béarn 28°E.	Dax-St-Pandelon
Extrait sec à 180 °C	320,950 g/l	408,600 g/l	328,500 g/l
pH	7,65	7,45	6,80
Br ⁻	1,00 g/l	1,30 g/l	0,80 g/l
I ⁻	—	—	—
Mg ⁺⁺	2,127 g/l	3,510 g/l	1,054 g/l

	Biarritz Biscous	La Baule	
		Eaux-mères 26°	Eaux de lavage
Extrait sec à 180 °C	336,000 g/l	762,148 g/l	868,882 g/l
pH	4,40	6,4	6,45
Br ⁻	1,00 g/l	2,830 g/l	2,980 g/l
I ⁻	—	inf. à 1/10 ⁴ g/l	
Mg ⁺⁺	6,932 g/l	4,273 g/l	4,615 g/l

REMARQUE GÉNÉRALE. — Nous devons souligner que ce dosage a été entrepris sur des eaux-mères ne marquant que 26° à l'aréomètre Baumé. Il est évident que nous avons prélevé au cœur de la saline des eaux pouvant titrer 32° à 35° au pèse-sel, nous aurions eu une énorme concentration en éléments autre que le chlorure de sodium : ceci à tel point que la récolte du sel devient impossible dans cette eau sursaturée en principes magnésiens. Cependant, malgré les mauvaises conditions climatiques, notre prélèvement a été fait à dessein afin que les éléments dosés représentent une moyenne minimum toujours à la disposition du thérapeute. Les eaux de lavage varient dans des proportions beaucoup moins fortes, leur renouvellement ne se faisant que progressivement.

3. — ETUDE PHARMACODYNAMIQUE DES EAUX-MERES DE LA BAULE.

a) **Considérations générales.** — A la fin du siècle dernier COHNHEIM établit que des fragments d'intestin isolés peuvent conserver leurs mouvements péristaltiques dans un milieu approprié : il utilisait alors le sang défibriné.

Cette expérience princeps fut répétée par FLEIG (32) en 1903, mais en présence d'eaux minérales et il fut le premier à montrer que des organes isolés peuvent vivre dans ce milieu. Il démontrait ainsi que celles-ci peuvent être considérées « en tant que sérums artificiels et milieux vitaux ». A sa suite de nombreux hydrologues tels FINCK et MAGNUS en Allemagne, BILLARD en France, s'engagèrent dans cette voie expérimentale susceptible d'apporter des explications rationnelles à l'action des eaux minérales sur l'organisme.

Plus près de nous en 1933, M. VILLARET, L. JUSTIN-BESANÇON (82) et CAMUS (11) leur élève, utilisèrent cette technique des organes isolés pour étudier l'action physiologique des eaux minérales, et jetèrent les bases d'une discipline pharmacodynamique appliquée à l'hydrologie. Leur méthode, basée sur un procédé dit « d'opposition » est ainsi décrite : « On fait agir une eau minérale sur un organe musculaire lisse isolé dont le système sympathique, parasympathique, métabolique ou musculaire est inhibé ou excité par une substance pharmacodynamique spécifique, en cherchant à déterminer la drogue qui est antagoniste de l'eau étudiée ». Les résultats obtenus par les méthodes de L. JUSTIN-BESANÇON, ont ainsi permis non seulement de mettre au point les bases pharmacodynamiques des eaux minérales et d'établir leur point d'attaque physiologique, mais aussi de jeter un pont entre leurs données physicochimiques et leurs effets thérapeutiques (73).

C'est en nous référant à ces principes que le professeur P. CAZAUX et J. CANELLAS nous ont conseillé d'étudier l'action pharmacodynamique des eaux-mères.

Nous n'avons trouvé aucune référence bibliographique relatant des travaux faits en ce domaine sur les eaux-mères; de même, nous n'en avons pas trouvé trace dans les diverses stations les utilisant : aussi, bien que tout le travail soit à faire dans ce domaine, nous ne pourrions dans le cadre de cette thèse que jeter les premières bases de cette étude. Nous les poursuivrons dans l'esprit des recherches tracées par le Dr René DUBOIS au Centre de bioclimatologie de LA BAULE.

b) **Technique d'étude.** — Nous nous sommes adressé à un intestin isolé de rat, car son utilisation présente les avantages suivants :

- Elle se base sur des techniques connues,
- Le rat est un animal de laboratoire utilisé fréquemment en pharmacologie,
- Son prix de revient est faible, ce qui permet de répéter les expériences.

On prend soin de maintenir l'animal à jeun depuis la veille de façon à éviter que n'interfèrent sur le phénomène des produits issus de l'absorption alimentaire soit directement, soit en donnant naissance à des produits de dégradation.

Etourdi sans anesthésie, puis saigné, le rat est fixé sur la planche à dissection et couché sur le dos. Une incision médiane découvre la cavité abdominale. Le duodénum est alors prélevé en utilisant comme repère supérieur l'abouchement du cholédoque et comme repère inférieur la partie distale de l'anse duodénale.

L'intestin ainsi isolé est aussitôt transporté dans un flacon contenant du liquide de Tyrode fraîchement préparé dont la composition est la suivante :

Dans un litre d'eau bidistillée on dissout successivement :

ClNa	:	160	g
ClK	:	4	»
Cl ₂ Ca	:	4	»
Cl ₂ Mg	:	2	»
PO ₄ Na H ₂	:	1	»

On prélève 50 ml de cette solution mère; après l'avoir ramenée au litre, on y adjoint 1 g de bicarbonate de soude et 1 g de glucose.

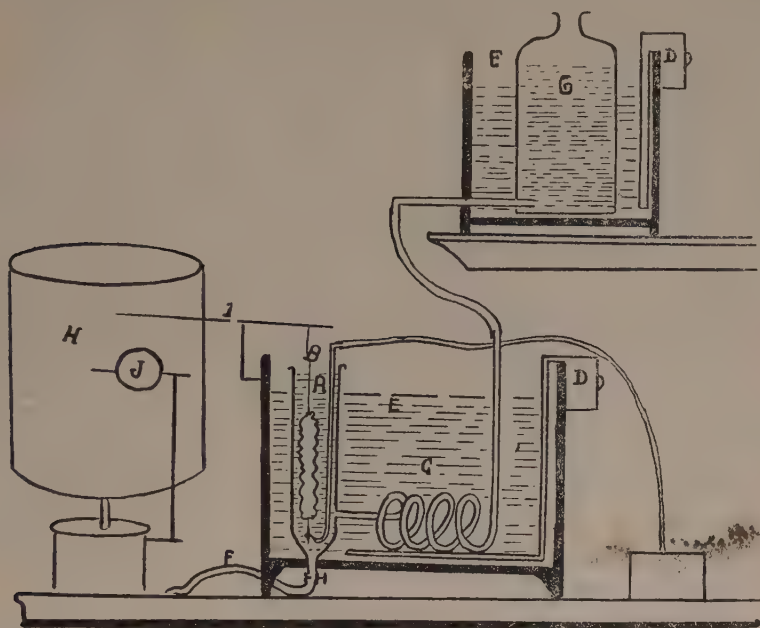
Le Tyrode est maintenu à la température constante de 37° pendant la durée de l'expérience par un système de bac à thermostat (83).

L'intestin isolé est maintenu en place par deux ligatures en fil de lin dans le récipient A de forme cylindrique dans ses deux tiers supérieurs, puis de forme conique dans son tiers inférieur. La ligature inférieure est fixée au fond de ce récipient, la ligature supérieure est reliée au bras de levier du stylet inscripteur qui marque sur un cylindre enfumé à l'avance, monté sur un enregistreur Palmer. Dans le récipient A arrive un courant d'oxygène au niveau de la partie inférieure de l'intestin (cf. fig. 5).

Le liquide de Tyrode est apporté du réservoir à double paroi par un serpentin qui baigne dans le bac réchauffeur et le renouvellement se fait par le bas. De même la vidange peut se pratiquer aisément.

C'est dans le récipient A que sont apportées les diverses substances pharmacodynamiques à étudier. Un chronomètre

inscripteur permet de noter dans le temps les diverses phases de la manipulation.



SCHEMA DE L'APPAREILLAGE POUR ORGANE ISOLE

- A) Récipient où est immergé l'organe.
- B) Tube de verre permettant la fixation de l'anse et l'arrivée d'oxygène.
- C) Serpentin assurant le réchauffement du Tyrode.
- D) Thermostat.
- E) Bac réchauffeur.
- F) Vidange du récipient A.
- G) Liquide de Tyrode de réserve.
- H) Cylindre inscripteur type Palmer.
- I) Stylet relié à l'anse isolée.
- J) Stylet inscripteur des temps.

Si les substances pharmacodynamiques étudiées habituellement sont en général chimiquement pures et en outre ne

modifient pas la concentration osmotique du milieu, il n'en est pas de même des eaux minérales et particulièrement des eaux-mères. En effet, l'analyse chimique de celles-ci faite avec le professeur CAZAUX nous a montré qu'elles sont un milieu complexe et du fait de leur hyperconcentration saline, possèdent une pression osmotique considérable : or ces deux facteurs peuvent perturber l'étude de leur action pharmacodynamique. En effet, JUSTIN-BESANÇON (82) écrit : « ... les fibres lisses des homéothermes sont en général très sensibles aux modifications de la pression osmotique. C'est dire qu'il faudra tenir grand compte de la concentration moléculaire des sources étudiées. Certaines d'entre elles sont isotoniques; mais il y a lieu pour bien d'autres de ramener l'eau à l'isotonie avant de l'employer. Cette dernière condition constitue une source d'erreur possible de la méthode... » « Pour pouvoir affirmer à coup sûr que le procédé d'isotonisation n'a pas altéré les qualités de la source considérée, il faut que l'eau minérale ainsi modifiée ait déterminé les mêmes effets que dans les conditions naturelles ».

Ne pouvant ramener à l'isotonie les eaux-mères, sous peine de les dénaturer, nous avons été obligé d'en faire une étude comparative avec une solution de concentration iso-osmotique. Pour cela, nous avons fait appel à une solution de ClNa : celui-ci étant en proportion très importante dans les eaux-mères, nous l'avons en quelque sorte considéré comme un excipient. Ceci peut certes prêter à critique, mais il en serait de même de tout autre produit utilisé sauf les résines neutres. Par contre, ceci permet de dégager déjà directement par comparaison l'action globale des autres constituants des eaux-mères qui, empiriquement, semble être importante.

Un autre écueil se présentait, du fait qu'il est impossible de dissoudre du ClNa en atteignant des concentrations égales à celles des eaux-mères. On ne peut dissoudre, en effet, à la

température moyenne du laboratoire (20° C), plus de 360 grammes de ClNa dans un litre d'eau distillée, alors que dans les eaux-mères de LA BAULÉ on trouve jusqu'à 650 grammes de ce sel par litre.

Ainsi pour une quantité donnée d'eaux-mères, par exemple 1 ml, il faut employer 2 fois 1/2 d'une solution comparative de ClNa, soit 2 ml 5, concentrée à 200 g par litre.

Une autre cause d'erreur peut être due aux variations de la concentration en ions H^+ . En effet, expérimentant sur l'intestin isolé, WAUCOMONT (82) écrit : « L'activité contractile des anses est avant tout fonction de l'alcalinité du liquide qui les baigne. Il suffit d'augmenter la basicité du liquide nourricier pour empêcher l'action inhibitrice de l'adrénaline de se manifester ». Selon lui, les substances basiques déterminent une contraction, tandis que les corps acides inhibent tout mouvement, et cela quel que soit l'équilibre minéral.

Or, les eaux-mères ont un pH de 6,4 acide : La concentration dans les œillets des étiers a eu pour conséquence première la précipitation d'ions alcalino-terreux du liquide et par suite la disparition dans l'eau des substances-tampons naturelles; la dissolution progressive du gaz carbonique atmosphérique conduit à l'acidification spontanée du produit, le pH acide qui en résulte est de l'ordre normal de celui de tout liquide aqueux abandonné au contact de l'atmosphère ordinaire. On aurait pu donc penser que leur action est due à une modification du pH. Cependant cette objection ne peut être retenue; en effet JUSTIN-BESANÇON remarque que cette action n'est pas toujours vérifiée et « ne saurait suffire à expliquer toutes les propriétés biologiques des eaux minérales ». (82).

En outre, nos conditions expérimentales se font à des dilutions qui permettent d'éliminer toute modification de pH importante.

Nous avons donc cherché à nous mettre dans des conditions permettant de réduire au minimum les erreurs dues à des caractères appartenant au produit expérimenté, mais autres que ses propriétés pharmacodynamiques.

c) **Résultats obtenus.** — Il est difficile de fixer des limites à une étude pharmacologique complète des eaux-mères sur un organe isolé; en effet, si on adopte le procédé d'opposition on doit étudier d'abord sur cet organe l'action de substances pharmacodynamiques connues à savoir :

1. Les excitants du sympathique : adrénaline, éphédrine;
2. Les paralysants du sympathique : bases xanthiques, ergotamine, yohimbine.
3. Les excitants du parasympathique : acétylcholine, pilocarpine ou anticholinestérasique : type ésérine;
4. Les paralysants du parasympathique : atropine, scopolamine;
5. Les produits agissant directement sur la fibre musculaire : soit excitants de la fibre lisse : chlorure de baryum, digitaliques, strophantiques; soit dépresseurs de celle-ci : quinidine.

Ensuite on recherche dans quelle mesure les eaux-mères neutralisent ces effets.

C'est seulement de cette étude qu'on peut déduire leur action pharmacodynamique. Mais dans le cadre de notre travail, il nous a été impossible de faire appel à un champ d'expérimentation aussi vaste.

Par suite, nous avons adopté le plan suivant :

1. Mise en évidence de l'action des eaux-mères et des eaux de lavage sur l'intestin normal;

2. Action antagoniste des eaux-mères sur l'intestin isolé vis-à-vis d'une excitation parasymphatique : acétylcholine;

3. Action des eaux-mères sur l'intestin isolé par un stimulant direct de la fibre lisse : chlorure de baryum;

4. Action des eaux-mères sur l'intestin isolé histaminé.

En outre nous avons étudié dans chaque cas l'action non seulement des eaux-mères, mais des eaux de lavage dont l'importance a été mise en évidence précédemment.

Pour toutes les expériences nous avons usé de la technique habituelle.

Le récipient A contient 80 ml de Tyrode.

Entre chaque expérimentation des lavages sont répétés jusqu'à ce que la fibre ait repris son tonus et ses mouvements pendulaires de départ.

Mise en évidence de l'action des eaux-mères et des eaux de lavage sur l'intestin normal. — N'étant guidé par aucune expérimentation préalable, nous avons été étonné de constater que l'organe isolé répondait à l'addition de 0,1 ml d'eau-mère dans 80 ml de Tyrode (fig. 6).

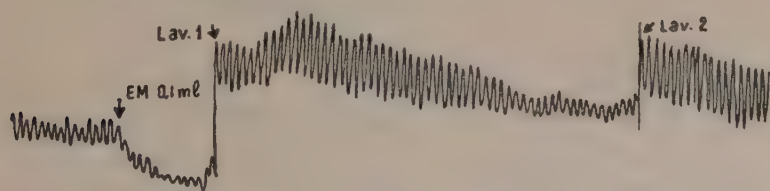


Fig. 6

Cette dose est la dose-seuil minimale d'action pharmacodynamique enregistrable.

A partir de cette constatation nous avons recherché :

— La dose d'eaux-mères amenant une sidération définitive de l'organe en ajoutant des quantités croissantes de celles-ci;

— Les effets produits par des doses variables de ClNa .

Nous avons obtenu les résultats suivants :

1. Dans tous les cas l'action des eaux-mères s'est manifestée par une chute du tonus et de l'amplitude des mouvements pendulaires; les doses utilisées ont été :

0,1 ml — 0,2 ml — 0,3 ml — 0,8 ml — 1,6 ml.

2. A partir de la dose de 0,8 ml on a obtenu une sidération définitive de l'organe isolé (fig. 7).

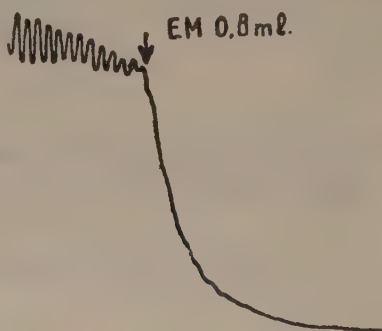


Fig. 7

3. Jusqu'à cette dose, l'organe a récupéré, après un temps de latence variant de cinq à dix minutes, son tonus et ses mouvements pendulaires; on constate parfois l'apparition d'une stimulation retardée de ces derniers (fig. 6).

4. Les doses de ClNa utilisées ont été :

0,25 ml	isotonique	à	0,1 ml	d'eau-mère
0,50 ml	—	—	0,2 ml	—
0,75 ml	—	—	0,3 ml	—
2 ml	—	—	0,8 ml	—
4 ml	—	—	1,6 ml	—

Nous avons pu constater :

— à la dose de 0,25 ml : aucune réaction.

— à la dose de 0,50 ml : très faible diminution du tonus, sans variation des mouvements pendulaires (fig. 8).

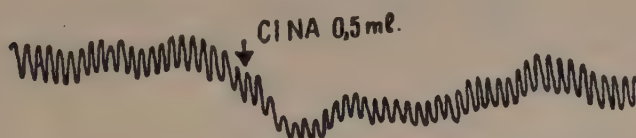


Fig. 8

— à la dose de 0,75 ml : accentuation de la diminution du tonus sans variation des mouvements pendulaires.

— pour 4 ml, on obtient une chute plus nette du tonus, avec sidération passagère mais reprise de celui-ci après un temps de latence de dix secondes (fig. 9).

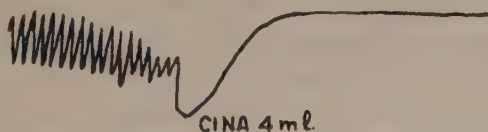


Fig. 9

5. On n'observe pas le phénomène de stimulation retardée.

6. Les eaux de lavage donnent des résultats superposables à ceux des eaux-mères, à dose identique.

Les expériences ont été répétées sur des organes différents et ont été chaque fois reproductibles.

Cette technique expérimentale met donc en évidence l'existence d'un effet pharmacodynamique propre aux eaux-mères, dépendant d'éléments autres que le chlorure de sodium et indépendant de la pression osmotique. Ceci est en faveur d'une action spasmolytique très nette des eaux-mères.

Action antagoniste des eaux-mères sur l'intestin isolé vis-à-vis d'une excitation parasympathique : acétylcholine. — Cette expérimentation a été abordée en suivant deux techniques différentes :

— Dans la première, l'action de l'acétylcholine a été observée après addition des eaux-mères.

— Dans la seconde, on recherche quelle est l'action des eaux-mères, après excitation par l'acétylcholine.

Pour ces deux types de recherches, nous avons enregistré les diverses réponses de l'organe dans le temps et l'espace. Dans tous les cas, la période préliminaire consiste à déterminer une amplitude de comparaison de la contraction obtenue : nous avons choisi celle qui correspond à 20 μ g d'acétylcholine pour les 80 ml de Tyrode où est immergé l'organe. Plusieurs duodénums ont été utilisés et l'amplitude de la réponse-type, était chaque fois mesurée. Nos résultats n'ont été considérés comme valables qu'après reproduction des effets sur le même duodénum et celui d'autres animaux.

Première technique. — Après avoir observé la réponse-type à 20 μ g d'acétylcholine, on verse des quantités croissantes

d'eaux-mères et on observe s'il existe une variation de la contraction intestinale provoquée par ce médiateur. Avant son adjonction, on laisse s'écouler un temps de trente secondes, puis, lorsque le maximum du tracé avec l'acétylcholine est obtenu, on continue l'enregistrement durant quarante secondes.

Ces expériences sont répétées en outre avec des eaux de lavage. Dans tous les cas, le chlorure de sodium permet des essais comparatifs.

Les doses suivantes ont été successivement utilisées :

Eaux-mères	Eaux de lavage	Cl Na
0,2 ml	0,2 ml	0,5 ml
1 ml	1 ml	2,5 ml
1,6 ml	1,6 ml	4 ml

1. On retrouve, comme dans l'expérimentation précédente, une diminution de l'amplitude des mouvements pendulaires et du tonus, due à l'action des eaux-mères. La dose de sidération est la même.

2. Pour 0,2 ml d'eau-mère, la réponse à l'acétylcholine est diminuée d'un tiers par rapport à la contraction normale. Par contre, la dose équivalente en chlorure de sodium (0,5) ne fait pas varier l'hypertonie due au médicament. Ce fait s'est reproduit à plusieurs reprises et sur deux organes isolés provenant d'animaux différents.

3. Pour 1 ml d'eaux-mères, dose avec laquelle on obtient une sidération importante et spontanée du tonus et des mouvements pendulaires du duodénum, l'amplitude de contraction à l'acétylcholine ne se marque plus que par un léger ressaut, à peine un huitième de la réponse-type, et sans retour du tonus à son niveau normal.

Par contre, après addition de 2,5 ml de chlorure de sodium, on observe un relâchement maximum suivi d'un retour spontané à son niveau de base. La contraction en présence d'acétylcholine représente dans ce cas les deux tiers de la réponse normale. (La figure n. 10 met en évidence cette différence).

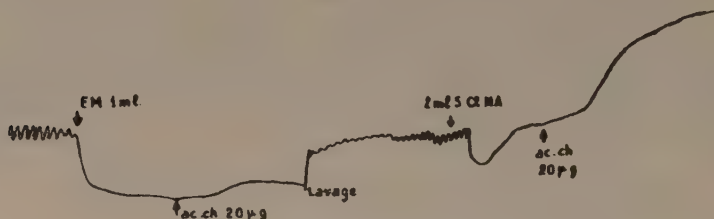


Fig. 10

4. Recherchant alors la neutralisation des effets de l'acétylcholine par le chlorure de sodium, on observe qu'à la dose de 4 ml, après relâchement, l'adjonction de ce médiateur fait remonter le tonus à son niveau de base; par contre, il ne donne plus qu'une réponse très faible du tracé à partir de ce niveau.

5. Il est à remarquer que les eaux de lavage ont des effets entièrement superposables à ceux obtenus avec les eaux-mères.

En transposant sous une autre forme ces résultats, on observe donc les faits suivants :

— Une faible dose d'eaux-mères représentant 0,14 g de sels dissous dans 80 ml de Tyrode et dont le constituant principal est représenté par du ClNa, entraîne déjà une diminution appréciable de la réponse à l'acétylcholine; la même quantité de chlorure de sodium à l'état pur ne provoque aucun effet.

— De plus, une dilution aux environs de 0,6 p. 100 d'eaux-mères (représentant 0,7 g de sels divers) neutralise complètement la contraction provoquée et empêche tout retour au tonus de base malgré l'acétylcholine. Une quantité de 0,12 g de

chlorure de sodium dans les 80 ml de Tyrode, si elle ne provoque qu'une très faible réponse au médiateur, n'empêche pas celui-ci de faire remonter le niveau de la fibre à la normale.

Deuxième technique. — On cherche à obtenir une diminution de moitié de la contraction provoquée par l'acétylcholine, méthode généralement utilisée dans l'étude pharmacodynamique des médicaments.

Pour chaque essai, on verse 20 μ g d'acétylcholine dans le flacon d'expérimentation et trente secondes plus tard les diverses doses progressivement croissantes :

Eaux-mères	Eaux de lavage	Chlorure de sodium	
0,5 ml	0,5 ml	1,5 ml	3,5 ml
0,6 ml	0,6 ml	2,3 ml	4 ml
1 ml	1 ml	2,6 ml	5 ml
		3 ml	10 ml

1. Sur cinq essais, la diminution de moitié de l'amplitude à l'acétylcholine s'observe à 0, 5 ml d'eaux-mères.

2. La même dose d'eaux de lavage produit le même effet (cf. figure comparative n. 11).

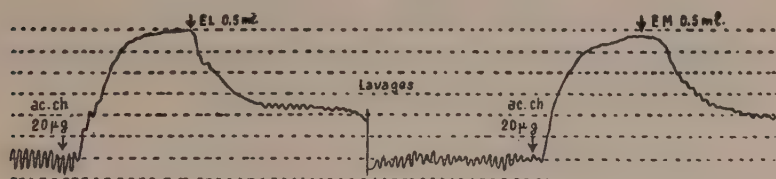


Fig. 11

3. Il n'en est pas de même pour la solution comparative de chlorure de sodium. Malgré l'augmentation progressive des doses, on n'obtient pas de diminution de moitié de la flèche témoin à l'acétylcholine, mais seulement à peine du tiers.

4. La dose de 10 ml de ClNa (représentant 3 g de ce sel dans les 80 ml de Tyrode) ne réalise toujours pas le but recherché (fig. n. 12). On pourrait alors penser qu'il y a eu mo-

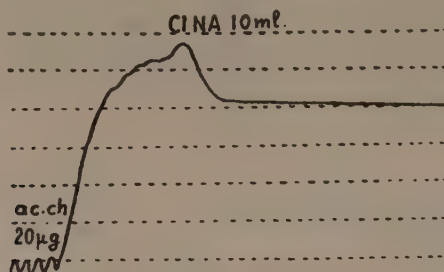


Fig. 12

dification vitale de la fibre; or, elle a réagi encore parfaitement après lavage, à l'addition de 2 ml d'eaux-mères : celles-ci ont provoqué, malgré l'acétylcholine, une chute très importante du tonus, bien au-dessous de son niveau de base.

Conclusion. — Lors de l'essai pharmacodynamique d'un produit, la détermination de son pouvoir anticholinergique peut s'effectuer, avec quelque certitude, par la recherche de la dose diminuant de moitié la réponse à l'acétylcholine. Mais si ce même produit, lors d'une autre expérimentation, montre une action spasmolytique directe sur l'organe isolé, il est alors bien difficile de démontrer si la première expérience a apporté la preuve d'un pouvoir parasymphatholytique.

Il semble bien, que nous ayons retrouvé dans nos essais avec des eaux-mères et des eaux de lavage cette double action, et il ne peut nous être permis de conclure jusqu'ici en mécanisme direct (action sur la fibre) ou indirect (en agissant sur l'innervation).

Action des eaux-mères sur l'intestin isolé excité par un stimulant « estimé » direct de la fibre lisse : le chlorure de

baryum. — Nous avons déterminé en premier lieu la dose optimum de chlorure de baryum permettant d'obtenir une contraction soutenue de l'organe isolé : elle s'est avérée, pour l'ensemble de notre expérimentation, de 4 mg pour les 80 ml de Tyrode contenus dans le flacon d'expérimentation.

Selon le même procédé décrit précédemment, on recherche la diminution de moitié de l'amplitude de la courbe obtenue par le baryum que l'on laisse agir trente secondes avant d'ajouter les doses suivantes :

Eaux-mères	Chlorure de sodium
0,1 ml	0,5 ml
0,2 ml	1 ml
0,3 ml	2 ml
0,5 ml	2,5 ml
1 ml	

1. Les eaux-mères agissent puissamment :

Entre 0,1 ml et 0,2 ml on obtient la diminution de moitié de la contraction produite par le chlorure de baryum (fig. 13).

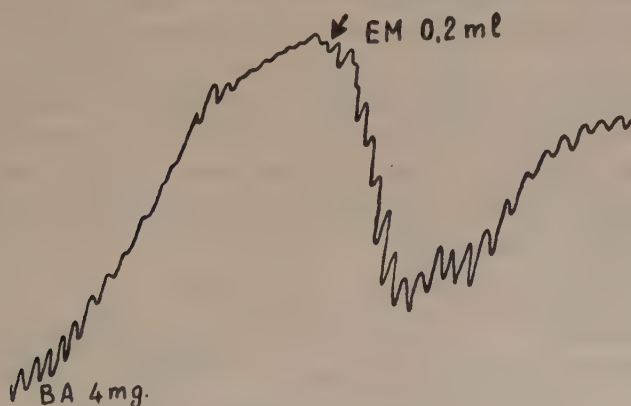


Fig. 13

Dès que l'on atteint la dose de 0,5 ml, une sidération complète du tonus remonté artificiellement par le baryum s'observe. Par deux fois, nous avons constaté un phénomène curieux : l'apparition de contractions atypiques, de très grande amplitude, étalées sur trente secondes et faisant suite à la sidération primitive (fig. 14). Celle-ci continue à s'accroître à la dose d'eaux-mères de 1 ml.

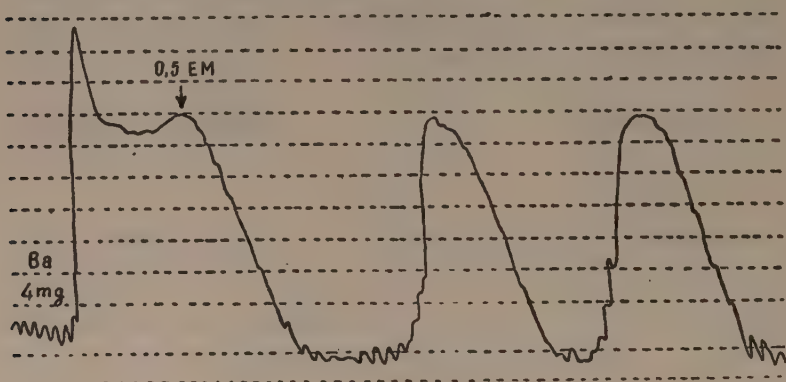


Fig. 14

2. Les effets produits par le chlorure de sodium sont bien différents : la diminution de moitié de la réponse de la fibre au sel de baryum, ne s'observe qu'à partir de 2 ml.

Autrement dit : si une élévation de concentration à six grammes pour mille de chlorure de sodium provoque une réponse, une dose minime d'eaux-mères correspondant à soixante-dix centigrammes par litre de sels divers, suffit à produire un effet spasmodique important.

Conclusion. — Si l'on considère l'action des eaux-mères d'après les résultats obtenus avec le chlorure de baryum, on pourrait conclure en une action spasmodique directe, c'est-à-dire par effet direct sur la fibre.

Cependant, l'action du chlorure de baryum est elle-même discutée; s'il atteint plus spécifiquement la fibre musculaire elle même, WAUCOMONT (82) reconnaît que ce mécanisme est lié à « l'intégrité du complexe neuro-musculaire intestinal ». Plus récemment, Mlle J. LEVY n'a pas infirmé les constatations de FELDBERG qui admet une action excito-ganglionnaire du produit en plus de ces autres mécanismes (51).

Une fois encore, nous ne pouvons émettre une conclusion nette, les travaux de base n'apportant pas les précisions indispensables.

Les travaux ultérieurs nous permettront peut-être de mieux préciser l'origine de cette action spasmodique si intense des eaux-mères.

Action des eaux-mères sur l'intestin isolé de cobaye, sous l'effet de l'histamine. — L'animal d'expérience est le cobaye auquel nous avons prélevé la partie terminale de l'iléon sur une longueur de trois centimètres.

L'appareillage est le même; cependant pour des questions de commodité, le flacon où est immergé l'organe ne contient que 20 ml de Tyrode modifié : il n'entre dans sa composition que 0,10 g de glucose, le reste de la formule est semblable à celle que nous avons décrite lorsqu'on s'adresse au duodénum de rat.

Au lieu de rechercher, comme il est habituel, les effets sur la contraction infra-maximale provoquée par l'histamine, nous avons employé une autre technique, ceci afin d'éviter que de trop grandes quantités d'eaux-mères ne viennent modifier la pression osmotique.

On recherche la dose d'histamine suffisante pour provoquer une contraction minimum et on choisit comme moyen de

comparaison l'amplitude de contraction qui lui est immédiatement supérieure. Au cours de nos recherches sur des organes provenant d'animaux différents, les doses nécessaires pour provoquer une réponse nette et reproductible ont été de l'ordre de 0,4 μ g d'histamine.

Nous avons alors étudié :

1. L'action des eaux-mères précédant l'addition d'histamine.

2. Les modifications qu'elles entraînent quand elles sont ajoutées après la contraction due à l'histamine.

Dans le premier cas, 0,05 ml d'eaux-mères (correspondant à 25 mg de sels divers) diminuent de moitié la réponse à 0,4 μ g d'histamine. Le double de cette dose n'apporte plus de modifications lorsqu'on ajoute le médiateur.

Dans le second cas, nous obtenons après les contractions de même amplitude dues aux mêmes doses d'histamine, un relâchement très rapide de la musculature lisse.

Le chlorure de sodium ne reproduit pas ces effets.

Nous ne pouvons affirmer ici qu'il s'agisse d'une action antihistaminique, les faits observés **in vitro** mettant simplement en évidence une action spasmolytique très nette qui neutralise la réponse à l'histamine.

Remarque importante : Expérimentation conduite sur l'animal entier. — Sans abandonner la poursuite de nos travaux sur l'organe isolé, nous avons entamé des recherches sur l'animal **in toto**.

Nous rapportons ici les deux expérimentations suivantes :

Première expérimentation. — Nous avons injecté dans le duodénum d'un lapin mâle pesant 2,500 Kg et anesthésié à l'uréthane, 30 ml d'eaux-mères en nature.

Nous avons alors recherché si cette injection perturbe les variations de pression artérielle apportées par l'injection de 5 μ g d'acétylcholine et de 5 μ g d'adrénaline.

Dans les deux cas, il y a atténuation de la réponse de l'animal à ces modificateurs. Celle-ci est plus nette pour l'adrénaline. Les eaux-mères nous ont paru jouer un rôle tampon, neutralisant des variations brutales de la pression artérielle sous l'influence des médiateurs du système nerveux autonome.

Deuxième expérimentation. — Deux lapins mâles de 2,500 et 2,700 Kg sont anesthésiés à l'uréthane (1 g/kg).

Après injection par voie veineuse d'une solution d'eaux-mères rendues isotoniques par dilution au centième, nous avons stimulé l'extrémité périphérique du pneumogastrique par un courant carré dont les caractéristiques sont les suivantes :

Fréquence : 50 cycles-seconde.

Largeur : 0,4 milliseconde.

Différence de potentiel : 2 volts.

Durée de stimulation : 5 secondes.

On observe après des injections de 2 ml de la dilution d'eaux-mères, une augmentation importante de l'hypotension provoquée, atteignant trois fois la valeur normale (fig. 15).

Ceci peut laisser supposer une hyper-réflexivité vagale, ou plutôt une hyporéflexivité sympathique, ce qui semble correspondre à l'observation précédente.

Ces travaux ne nous permettent pas de tirer des conclusions approfondies car ils ne sont que l'amorce d'études ultérieures.

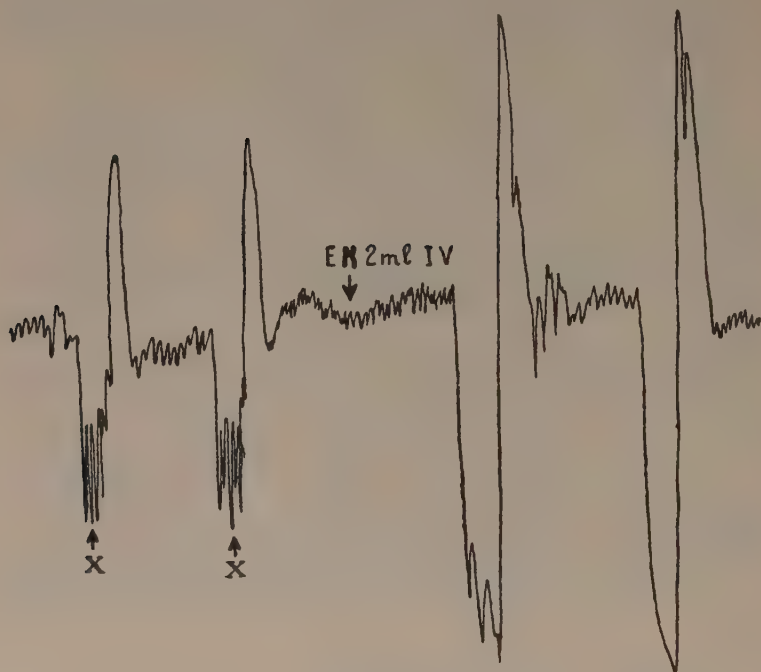


Fig. 15

Celles-ci s'avèrent dignes d'intérêt car elles mettent en évidence l'existence de modifications certaines du comportement nerveux de l'animal sous l'action des eaux-mères.

Essai d'interprétation des travaux expérimentaux sur l'organe isolé et de l'action des eaux-mères. — Nos expériences nous permettent de grouper les résultats suivants :

1. Les eaux-mères ont un effet pharmacodynamique spasmolytique sur le duodénum isolé de rat : cet effet est indépen-

dant de la pression osmotique et provient de l'existence d'éléments autres que le chlorure de sodium.

2. Sur l'organe isolé, les eaux-mères ont une action antagoniste certaine vis-à-vis de l'acétylcholine : mais il est difficile de dire dans l'état actuel de nos connaissances si elle est due à un effet direct sur la fibre ou indirect sur l'innervation autonome.

3. Les eaux-mères ont un pouvoir antagoniste très net vis-à-vis du chlorure de baryum sur le duodénum de rat : ceci est en faveur d'une action spasmodique directe.

4. Les eaux-mères sont antagonistes de l'histamine sur l'iléon de cobaye.

5. Les eaux-mères ont une action directe sur le système neuro-végétatif de l'animal entier. Il est difficile actuellement d'en déterminer le sens.

Ces résultats nous semblent surtout intéressants par les problèmes qu'ils soulèvent. Ils sont de trois ordres :

- I. — Le problème pharmacochimique.
- II. — Le problème physiologique.
- III. — Le problème clinique.

Problème pharmacochimique. — Quel rôle attribuer respectivement aux divers constituants des eaux-mères ?

Il serait nécessaire d'envisager ici le rôle de tous les constituants qui entrent dans leur composition :

- constituants principaux;
- constituants secondaires;
- oligo-éléments.

Ceci nous semble difficile, d'autant que pour la plupart d'entre eux, le rôle pharmacodynamique n'a pas été encore étudié à ce jour ; bien plus ils ne sont pas tous dosables.

On doit tenir compte aussi des effets antagonistes et très souvent synergiques de certains éléments les uns vis-à-vis des autres. Leur activité varie selon leur concentration respective, leur degré d'ionisation, le potentiel d'oxydo-réduction du système (64).

Enfin, l'effet pharmacodynamique d'un élément peut s'inverser suivant sa dose d'utilisation (82) (84), suivant la réactivité de l'organisme récepteur.

On conçoit l'ampleur du problème. Aussi, en nous limitant à rappeler ici des notions sur l'action des principaux constituants, nous allons rechercher si elle peut expliquer nos résultats.

Les principaux constituants sont :

Cations : le sodium Na^+

le potassium K^+

le calcium Ca^{++}

le magnésium Mg^{++}

Anions : le brome Br^-

les sulfates SO_4^{--}

Le magnésium Mg^{++} . — En 1906, MELTZER et AUER démontrèrent que les sels de magnésium diminuent le péristaltisme intestinal et peuvent même inhiber l'action péristaltique des sels de baryum.

En 1925, SOMANN et RADEMAEKERS confirment cette donnée (84).

En 1930, LOEPER et MOUGEOT (43) démontrent que le chlorure de magnésium diminue les contractions du cœur et du muscle intestinal isolé : cet effet leur semble dû à une action sur les terminaisons nerveuses. Dans l'ouvrage classique de Pharmacodynamie Biochimique, HAZARD confirme ce fait (40).

Cependant, ce pouvoir spasmolytique du magnésium peut s'inverser lorsqu'il n'est plus utilisé à l'état isolé; Marguerite BALME et DASTUGUE (4) ont montré que l'eau de Châtelguyon, chlorurée magnésienne et chlorurée sodique en proportions égales, est spasmogène sur l'intestin du chien.

Donc, bien que le magnésium joue a priori un rôle important dans l'effet spasmolytique des eaux-mères, en raison de son pouvoir pharmacodynamique, ce rôle important n'est pas démontré du fait que dans celles-ci il n'est plus qu'un élément d'un milieu complexe.

Le sodium Na^+ . — D'après WEISS, cet ion en solution légèrement alcaline liquéfie les colloïdes, modifie les tensions de surface et au niveau de la cellule nerveuse provoque une irritabilité : une solution de Cl Na sur le cœur isolé après une brève hyperactivité amène une paralysie (54).

Les auteurs allemands ont insisté sur l'importance du rapport :

$$\frac{\text{Na}^+ + \text{K}^+}{\text{antagonistes Na}^+}$$

dans l'équilibre électrolytique humoral. Suivant ce rapport, l'action du sodium peut être totalement ou partiellement neutralisée, ainsi que l'ont montré les expériences de Loeb sur divers organismes : ceci est d'ailleurs à l'origine de la découverte des divers milieux minéraux synthétiques (Tyrode, Ringer, etc.) (40).

Ceci se confirme dans nos études où nous voyons que l'action des eaux-mères est totalement différente de celle du chlorure de sodium.

Potassium K^+ . — LABORIT a émis l'hypothèse que si la fibre musculaire est riche en ion K^+ , l'actine et la myosine restent dissociées et le tonus est bas; il a étendu cette théorie à tous les tissus. Donc, l'ion K^+ , à dose physiologique, a un effet hypotonique, il est aussi antagoniste du Na .

Selon ZONDEK, un excès de potassium provoque sur l'organe isolé une bradycardie et peut même arrêter le cœur en diastole : c'est un « ion parasympathomimétique ».

Calcium Ca^{++} . — Le calcium provoque un arrêt cardiaque en systole; il est sympathomimétique.

Il est de plus antagoniste du Na^+ , mais aussi du Mg^{++} et du K^+ quand ceux-ci sont à dose toxique.

Brome Br^- . — L'ion brome est connu pour ses effets spasmodiques et dépressifs, mais cette action, là encore, est complexe suivant les différents cations auxquels il est lié :

Ainsi le $BrNa$ est moins dépressif sur le cœur que le BrK .

Quant au Br_2Ca , il est avant tout antispasmodique.

Auxquels de ces éléments est due l'action spasmodique des eaux-mères ?

On peut penser que le magnésium et le brome y jouent un rôle important, mais peut-être cette action se manifeste-t-elle surtout sur certains points d'attaque privilégiés, tandis que sur d'autres points, d'autres constituants jouent un rôle prédominant.

Ceci peut faire comprendre l'action tampon sur l'organisme entier.

Une étude synthétique progressive s'attachant à expérimenter l'action des éléments constitutifs pourra-t-elle arriver à déterminer le rôle qui revient à chaque élément dans certaines conditions ? Ceci semble peu probable.

Et nous ne parlons pas des oligo-éléments, dont la répercussion est si forte sur le métabolisme et dont les actions pharmacodynamiques se superposent aux principes prédominants des eaux.

Il nous semble sage de citer ces phases de MOUREU (58) sur lesquelles JUSTIN-BESANÇON (43), POLONOVSKI (64), SANTENOISE (69) et tant de chercheurs s'accordent :

« Une eau minérale est un mélange extrêmement complexe qui se présente dans un état d'équilibre déterminé. Et ce n'est pas avec des sels en solution, même additionnés de matières radioactives et de gaz rares, qu'on pourrait refaire ce mélange dans son même état, pas plus qu'on ne saurait, au moyen de produits chimiques, réaliser avec toutes ses nuances le parfum délicat d'une fleur.

» Une eau minérale est un tout, un bloc : c'est une drogue compliquée, une véritable thériaque, impossible à reproduire artificiellement dans son intégrité, comme l'opium, comme la digitale, comme la belladone. Elle a son individualité propre avec ses attributs bien personnels. »

Problème physiologique. — Les recherches physiologiques sur les eaux-mères ont été entreprises, à notre connaissance, sur la seule station de Salins-du-Jura (et Lons-le-Sau-nier).

Nous retenons les faits suivants :

SANTELOISE (72) a démontré que les bains dits calmants (renfermant une forte proportion d'eaux-mères) exercent une action sédative sur le système nerveux autonome : Ils dépriment l'activité réflexe parasympathique et sympathique, surtout en ce qui concerne cette dernière.

DUCRUET (25), après une série de recherches, remarque que les eaux-mères ralentissent le pouls, diminuent la force du cœur, abaissent le maximum, relèvent le minimum de la pression artérielle, et produisent une vasodilatation.

Le même auteur (26), remarquant l'analogie entre la réponse des réflexes tendineux et l'état constitutionnel et le comportement de l'individu, conclut que les eaux-mères (bains sédatifs) diminuent la vivacité des réflexes étudiés et l'état nerveux prééxistant.

Donc, les eaux-mères ont physiologiquement une action vaso-dilatatrice et dépressive. (Elles empruntent le relai neuro-végétatif.)

Problème clinique. — Les observations cliniques rapportées dans les stations où sont utilisées les eaux-mères, nous ont montré que leurs indications répondaient aux chefs suivants principaux :

— En Balnéothérapie générale : Traitement du lymphatisme, du rachitisme, du nervosisme (insomnies, instabilité mentale, irritabilité, etc...)

— En Thérapie locale : Traitement essentiellement résolutif.

Ces indications thérapeutiques sont-elles explicables par

les données physiologiques mentionnées et nos résultats pharmacodynamiques ?

Ceci est fort important, car ainsi on pourrait accorder à leurs indications diverses une valeur raisonnée et justifiée.

Si Claude BERNARD (69) a pu dire que lorsque « l'on découpe l'organisme vivant en isolant ses diverses parties, ce n'est que pour la facilité de l'analyse expérimentale et non point pour les concevoir isolément », nous ajoutons avec lui que l'organisme est un **tout**.

Or, si les recherches pharmacodynamiques sont une base obligatoire et capitale, elles n'ont de valeur que dans leur transposition en physiologie humaine dont elles déterminent le point d'attaque. De l'accord entre la pharmacodynamie et la physiologie, il sera alors possible de juger de la thérapeutique, d'orienter ses indications, d'éclairer son empirisme.

Nous pouvons dire qu'il y a au sujet des eaux-mères un accord entre l'effet spasmodique observé lors de nos expérimentations, l'effet dépresseur démontré par la physiologie, et l'action résolutive, sédative et calmante qui a justifié malgré son empirisme une utilisation en thérapeutique.

Seules inconnues, quels sont les relais qu'empruntent les eaux-mères pour provoquer leurs effets ? Quels sont, dans ce milieu complexe, les principes actifs ? Il est actuellement impossible de le démontrer; nous pensons par contre avoir retrouvé expérimentalement des effets déjà soupçonnés par les thérapeutes.

4. POSSIBILITES D'UTILISATION DES EAUX-MERES DE LA BAULE DANS LE CADRE DE SA STATION BIOCLIMATIQUE.

Grâce aux travaux du Dr H. de LOTURE (54) et à la présidence éclairée du Dr R. DUBOIS, La Baule mérite pleinement son titre de station bioclimatique. Deux facteurs essentiels ont justifié ce vocable : l'élément climatique favorable et l'élément thérapeutique marin.

Les eaux-mères rentrent dans ce cadre en tant qu'adjuvants essentiels de ces deux éléments.

Comme adjuvants de la balnéation. — La cure marine réalise une série de **stress** amenant une modification profonde de l'organisme. On conçoit, malgré les possibilités de réduire cette agression par une balnéation progressive, que selon l'individu cette dernière peut être nocive en raison de ses propriétés stimulantes. Nous voulons parler soit de sujets déséquilibrés au point de vue neuro-végétatif, soit d'enfants au système autonome encore labile, chez lesquels la balnéation accentuera le déséquilibre. Il s'agit aussi de ces anxieux, de ces instables nerveux, de ces irritables qui paient le tribut de la vie moderne. Il faut tenir compte aussi de la composante personnelle : on ne peut savoir à l'avance quel sera le comportement nerveux d'un individu transplanté au bord de la mer.

Les eaux-mères vont intervenir dans tous ces cas comme des modificateurs de terrain : elles vont permettre d'ajouter une touche au clavier thérapeutique marin, leur action sédative, calmante, ira contrebalancer l'action trop stimulante d'un bain, en facilitera la tolérance chez le nerveux.

Comme adjuvants de l'élément climatique. — Bien que le climat de La Baule soit caractérisé par « la douceur bretonne et la sécheresse méditerranéenne » (49), de nombreux

facteurs surajoutés, parmi lesquels les vents fréquents, stimulent bénéfiquement l'organisme, mais peuvent être à ce titre contre-indiqués chez les nerveux. Les eaux-mères interviendront encore pour calmer un organisme irritable.

Elles seront donc indiquées dans :

- Le nervosisme et ses nombreuses manifestations;
- Les déséquilibres neuro-végétatifs;
- Elles ont un rôle à jouer en tant que modificateurs des facteurs personnels de tolérance ou d'intolérance à la thérapie marine qu'elles adaptent à l'individu.

Les eaux-mères de La Baule, en accord par leur action pharmacodynamique avec les effets thérapeutiques et physiologiques des stations thermales où on les utilise, répondront aussi de leurs autres indications :

- Rachitisme;
- Lymphatisme où elles agissent en balnéation générale lorsqu'un élément nerveux s'y surajoute et par leurs propriétés résolutives locales sur les manifestations ganglionnaires;
- Gynécologie : grâce à cette même action locale et à leur pouvoir osmotique considérable mesuré par le professeur NOGIER.

Les eaux-mères constituent une thérapeutique efficace, différente de celle des eaux chlorurées sodiques dont elles sont issues : elles en sont les adjuvants indispensables et à ce titre forment un troisième élément à inclure dans l'armement de la station bioclimatique de La Baule.

Elles doivent permettre d'adoucir le logisme : « Pas de nerveux à la mer. »

CONCLUSION GENERALE

Près de La Baule, en Bretagne, s'étale une vaste zone de marais aménagés pour la récolte du sel; lorsque celui-ci cristallise sous la double influence du soleil et du vent venant faciliter l'évaporation de l'eau de mer, il demeure au cœur de la saline des eaux qui sont utilisées depuis longtemps empiriquement par une partie de la population dans un but thérapeutique. Ces eaux, appelées « eaux-mères », évoquent déjà un rapprochement avec le terme analogue, fréquemment employé par le vocabulaire du thermalisme, lorsqu'il s'agit de stations chlorurées sodiques froides et de forte minéralisation.

Aucun travail n'ayant été fait sur les « eaux-mères » issues des marais salants, nous avons d'abord recherché un lien qui pouvait les rattacher à celles que l'on extrait des sources thermales chlorurées sodiques, et qui répondent à la définition générale : elles sont formées par la solution saline obtenue par l'évaporation graduelle de l'eau salée naturelle après extraction du sel comestible.

Or, quand on parcourt la littérature médicale concernant les eaux-mères et que l'on en fait une synthèse générale, il apparaît vite que cette définition est fort incomplète : la composition chimique de ces eaux est essentiellement variable selon les stations d'où elles proviennent; leur teneur en principaux éléments minéralisateurs autres que le chlorure de sodium diffère même lors des différents dosages pratiqués sur les eaux d'une seule station. De plus, la valeur thérapeutique accordée à la forte présence de certains sels retrouvés, par exemple dans les eaux-mères pyrénéennes, reste la même quand il s'agit d'une autre station telle Salins-du-Jura, alors que ces éléments ne se retrouvent plus qu'en faible quantité.

Il apparaît donc que le nom d'eaux-mères ne correspond pas à un produit fixe, déterminé, d'effet constant. Chaque fois que cette expression est employée, il faut en préciser la composition et indiquer la station qui les a fournies.

Il devient alors nécessaire d'étudier deux stations représentatives que l'on a longtemps opposées : Salies-de-Béarn et Salins-du-Jura. Selon divers auteurs, les eaux-mères de ces deux stations ne répondent pas en effet aux mêmes indications.

Est-il possible pourtant de faire cesser ce désaccord et à quoi est-il dû ?

Salies-de-Béarn possède des eaux chlorurées sodiques ayant une très forte concentration saline : l'extraction industrielle du sel comestible se fait dans des poêles, immenses chaudières en tôle sous lesquelles on entretient un feu continu. La réaddition d'eau nouvelle et l'extraction répétée du chlorure de sodium permet, selon la durée de la chauffe, d'obtenir des eaux-mères de plus en plus concentrées en éléments autres que le ClNa , et pouvant peser jusqu'à 35° à l'aréomètre Baumé. Cette richesse dépendra de l'époque du prélèvement; elle est donc éminemment variable, d'autant que la concentration de la source originelle peut changer elle aussi. A 28° B, elles renferment 195 g/l de chlorure de magnésium, 11 g/l de bromures et n'ont plus que 89 g/l de chlorure de sodium. Ce sont des eaux devenues surtout bromo-magnésiennes.

Salins-du-Jura, une des plus vieilles stations thermales françaises, possède des eaux-mères provenant d'eaux vierges issues d'un banc de sel gemme immergé. Celles-ci, de moins forte concentration saline que celles de Salies, permettent, selon le même procédé, d'obtenir des eaux-mères qui gardent comme principal élément minéralisateur du chlorure de sodium, avec une proportion beaucoup plus faible de brome et de magnésium.

De là sont venues toutes les divergences : on ne voulait voir dans les eaux-mères de Salins qu'un adjuvant venant par sa minéralisation surtout chlorurée sodique renforcer la faible concentration des eaux de source, et non comme à Salies, une médication propre, bien différente de celle des eaux originelles, douée de propriétés résolutives, sédatives et calmantes, ceci en raison de leur grande richesse en bromures et en magnésium. Salies a d'ailleurs justifié pleinement cette action thérapeutique grâce à un empirisme éclairé et très judicieux apportant des résultats qui se satisfont à eux-mêmes. Il n'y a par contre aucune trace d'étude pharmacodynamique; seules existent dans la littérature quelques tentatives d'interprétation physiologique.

C'est alors que DUCRUET a remarquablement démontré par l'expérimentation physiologique humaine, que les eaux-mères de Salins-du-Jura possèdent des propriétés sédatives identiques : elles constituent une médication très différente des eaux originelles de la station. SANTENOISE, étudiant cette action des eaux-mères (bains calmants) sur le système neuro-végétatif, démontra qu'elles sont dépressives.

Un accord était ainsi réalisé sur leurs indications thérapeutiques qui répondent aux chefs suivants :

Pédiatrie : lymphatisme et ses manifestations ganglionnaires, rachitisme, nervosisme.

Gynécologie : affections chroniques de l'utérus ou des annexes, ainsi que les troubles fonctionnels en résultant.

Mais quel peut être le mécanisme propre de cette action ?

L'absence de travaux pharmacodynamiques sur ces eaux-mères, base cependant indispensable à toute recherche physiologique, a justifié notre travail sur les eaux-mères de La Baule en Bretagne.

Cette station, surtout renommée pour sa plage et ses conditions climatiques favorables, se trouve à 75 kilomètres de Nantes, le long de la côte sud de la Bretagne. Elle est située en bordure d'une vaste étendue de marais salants occupant dans le bassin de Guérande plus de mille hectares de terrain. Ceux-ci, conçus génialement par les Romains, pense-t-on, puisent l'eau marine par un canal d'alimentation qui la déverse dans des bassins de décantation. Admise alors dans la saline, celle-ci, après un long parcours dans des compartiments placés en chicane, arrive à une concentration permettant de retirer le ClNa qui dépose. Les eaux-mères restantes s'enrichissent progressivement en divers sels autres que celui-ci et arrivent à titrer jusqu'à 35° Baumé. Nous en avons recherché la composition chimique sur un prélèvement présentant à dessein le faible titrage de 26° au pèse-sel, de façon à établir une base minimum, seuil qui reste toujours à la disposition du thérapeute. En effet, ces eaux-mères sont essentiellement variables selon l'époque où on les recueille et les circonstances atmosphériques. La teneur en ions Br^- et Mg^{++} est égale à celles des eaux-mères pyrénéennes.

Nous avons alors entrepris une étude pharmacodynamique en suivant les principes généraux édictés par L. JUSTIN-BESANÇON.

Sur organe isolé de rat, après comparaison avec une solution de chlorure de sodium, il nous est possible de grouper les résultats suivants :

— Les eaux-mères de La Baule ont un effet pharmacodynamique spasmodique sur l'intestin isolé de rat. Cet effet est indépendant de la pression osmotique et provient de l'existence d'éléments autres que le chlorure de sodium;

— Les eaux-mères ont une action antagoniste très nette vis-à-vis de l'acétylcholine;

— Les eaux-mères ont un pouvoir spasmolytique direct sur l'intestin isolé : elles sont antagonistes du chlorure de baryum.

Sur iléon de cobaye, elles neutralisent la réponse à l'histamine.

Sur l'animal entier, les eaux-mères ont une action directe sur le système neuro-végétatif : Ceci en faveur d'une action sympatholytique.

Ces résultats soulèvent trois problèmes importants groupés sous la rubrique :

— Problème pharmacodynamique.

— Problème physiologique.

— Problème thérapeutique.

La pharmacodynamie est la base indispensable qui permet d'établir la ligne d'attaque de la physiologie. De leur accord, il est alors possible de juger de la thérapeutique.

Or, nous pouvons dire qu'il y a au sujet des eaux-mères un accord entre l'effet spasmolytique observé lors de nos expérimentations, l'effet dépresseur démontré par la physiologie et l'action sédative, calmante et résolutive, qui a justifié une utilisation en thérapeutique.

Il est donc possible de réaliser les possibilités thérapeutiques qu'offrent les eaux-mères de La Baule. Elles agissent essentiellement comme des modificateurs de terrain, venant contrecarrer ce que la balnéation chlorurée sodique a de trop excitant; elles en constituent un adjuvant indispensable et doivent permettre d'adoucir le logisme « pas de nerveux à la mer ».

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes Condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes Confrères pour des frères, et s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

VU :

Nantes, le 24-4-1961

le Doyen,

M. BOQUIEN

Le Président de Thèse

J. GRISLAIN

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Rennes, le 28-4-1961

le Recteur,

H. LE MOAL

BIBLIOGRAPHIE

1. APARISI-SERRES. *Deux mots sur l'histoire du sel. La Journée du sel à Dax.* Larrat, édit., Dax. 1943 - 13 - 21.
2. ARNOULD P. *L'action des eaux de Lons-le-Saunier sur la motricité intestinale chez le chien chloralósé.* Travail de Inst. hydr. clim. Nancy (tiré à part.)
3. BAILLY-SALINS BONNES DAVID ET REY. *Les eaux chlorurées sodiques fortes de Lons-le-Saunier.* Ext. Rev. Méd. Nancy. 1953 (tiré à part.)
4. BALME M. *Contribution à l'étude expérimentale de l'eau de Chatel-Guyon sur la motricité intestinale.* Ann. soc. Hydr. Paris. 1936-37 - **78**. 174 - 187.
5. BARRAUD G. *La technique et la surveillance des cures héliomarine chez l'enfant.* Rev. intern. de l'enfant. 1931 - 11.
6. BARTHE L. et DUFILHO E. *Dosage du sodium.* Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. 1926 - **64** - 162-175.
7. BAUDIN. *Les bains salins de Besançon-la-Mouillère.* Dodivers édit., Besançon. 1891 - 112.
8. BENOIST H. *Indications de la cure thermale de Biarritz.* Bull. Trim. Soc. Méd. Pays Basque. 1949 - 21-24.
9. BINET M. *Les eaux chlorurées sodiques de Lons-le-Saunier dans le traitement des maladies génitales des femmes.* Imp. de Champagne. Langres. 1951 - 68.
10. BONNIFAIT J. *Biarritz hydrominéral.* Thèse méd. Bordeaux. 1946 - 75.

11. CAMUS J. *Techniques d'hydrologie expérimentale applicables à l'étude de l'action pharmacodynamique des eaux minérales sur les muscles lisses*. Amédée Legrand, édit. Thèse méd. Paris. (Date non mentionnée.)
12. CAZAUX M. *Composition et rôle des différentes eaux-mères dans la balnéation chlorurée sodique*. Ann. Soc. Hydr. Clim. Paris. 1902. - 7 - 207-213.
13. CHAMPEAUX (de). *Traitement des rhinites par l'eau de mer*. Rev. Méd. Biarritz. 1906.
14. CHELLE L. *Les bromures des eaux marines*. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. 1913 - 53 - 105-112.
15. CLAISSE A. *Coup d'œil sur les eaux salées de Biarritz*. Bull. Trim. Soc. Méd. Pays Basque. 1949 - 18-24.
16. CLAISSE A. *Note sur l'emploi des eaux-mères pour les lavages du nez*. Rev. Méd. Biarritz. 1908 - 4.
17. COLLARD-HUARD Ch. et BELOT J. *Les indications de la cure de Salies-de-Béarn chez les femmes et les enfants*. Rev. Méd. Française. 1922 - 15.
18. CUSSAC A. *Des richesses de Biarritz en thérapeutique marine*. Thèse pharm. Bordeaux 1911 - 132.
19. DAVID E. *Le passé médical de Salies-de-Béarn*. Clèdes, édit. Salies-de-Béarn 1926 - 21.
20. DAVID E. *La technique hydrominérale des fibromes utérins*. (Sans réf.).
21. DAVID E. — *Guide médical de Salies-de-Béarn*. Soc. des publications du Centre - Limoges. 1934 - 75.
22. DELORE P.-MILHAUD M. *Précis d'hydrologie et de climatologie clinique et thérapeutique*. Collection Testut. 1951 - 538.

23. DELABY R.-CHARONNAT R. *Sur les eaux chlorurées sodiques de Salies-de-Béarn*. Ann. Inst. Hydr. 1930 - **7** - 136-177.
24. DENIGES G.-CHELLE L. *Dosage extemporané du brome dans les eaux naturelles*. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. 1912 - **52** - 470-474.
25. DUCRUET. *Contribution à l'étude des propriétés et du mode d'action des eaux salées et des eaux-mères de Salins-du Jura*. (Notes confiées par l'auteur.)
26. DUCRUET. *Quelques résultats cliniques des cures thermales chez les enfants à Salins-les-Bains*. Presse Therm. Clim. 1959 - **96** - 35-38.
27. DUMOULIN A. *De l'action reconstituante des eaux de Salins (Jura) et de Lons-le-Saunier*. Damelet édit., Lons-le-Saunier, 1877 - 246.
28. DUPOURQUE. *Salies-de-Béarn (notice médicale sur ses eaux chlorurées sodiques)*. Baret, édit. Pau. 1882 - 48.
29. DURAND-FARDEL. *Etude sur l'emploi des eaux minérales et des eaux-mères de Salins (Jura)*. Germer-Baillière, libr., Paris. 1882 - 23.
30. FOIX. *Etude médicale sur les eaux de Salies-de-Béarn*. Vignancour, édit., Pau. 1878 - 54.
31. FOIX. *Indications et contrindications des eaux de Salies-de-Béarn*. Berthier, libr., Paris. 1883 - 48.
32. FLEIG C. *Les eaux minérales, milieu vitaux*. Maloine, édit. 1909 - 513.
33. GALLARD F. *Etude sur l'action physiologique des bains d'eaux-mères*. Ann. Soc. Hydr. Clim., Paris. 1898 - **3** - 466-477.
34. GALLARD F. *Conférence sur les stations chlorurées sodiques françaises*. Lamaignère, édit., Bayonne. 1898 - 60.

35. GALLARD F. *Les eaux-mères dans la balnéothérapie saline.*
Rev. Méd. Biarritz. 1929 - **3** - 23-37.
36. GALUP J.-GLENARD R. *Cures thermales et système neuro-végétatif.* Exp. Scient. Française 1930. (Tiré à part.)
37. GARRIGOU F. *Synthèse hydrologique.* Ruell, édit., Paris.
1896 - 514.
38. GERMAIN Cl. *Sources minérales, eaux-mères sodo-bromurées de la saline de Salins (Jura).* Labé, édit., Paris. 1854 - 244.
39. GIBOTTEAU A. *Biarritz : son climat, sa saison d'hiver, ses eaux chlorurées sodiques fortes.* Labègue, édit., Dax.
1897 - 38.
40. HAZARD R. *Pharmacodynamie biochimique.* Masson, édit.
Paris. 1954.
41. HERVE F. *Mécanisme d'action des bains salés.* Thèse méd.
Bordeaux, 1898 - 70.
42. HESRAN le M.L. *Notice sur les marais salants du bassin de Guérande.* Extr. *Les Travaux Publics.* 1928. 903 - 8.
43. JUSTIN-BESANÇON L.- DEBRAY C. *Magnésium et eaux minérales.* Ann. Inst. Hydr. Clim. Paris. 1948 - **19** - 37.
44. LACLAU-NENE P. *Etudes sur Salies-de-Béarn. Comparaisons avec Biarritz-Briscous et Dax-Salins.* Thèse méd. Bordeaux.
1952 - 55.
45. LAMARQUE H. *Eaux minérales des Pyrénées, de la montagne Noire, de la Corse, de l'Algérie et de la Tunisie.* Bail-
lière, libr., Paris. 1910 - 513.
46. LANORVILLE G. *Les marais salants de Bretagne. La nature.*
1928. - **11** - 6.
47. LARROUY L. *Indications des cures stimulantes chlorurées sodiques chez les enfants.* Exp. Scient. Française, Paris.
1933 - 12.

48. LATASTE M. *Etude clinique des eaux-mères de Biarritz*. Bull. Soc. Méd. Pays Basque. 1949 - 36-38.
49. LAVERGNE F. *L'action des bains d'eaux-mères sur la nutrition*. Ann. Soc. Hydr. Clim. Paris. 1896 - **1** - 13-22.
50. LAVERGNE F. *Indications et contre indications du traitement chloruré sodique fort dans les maladies génitales de la femme*. Lamaignère, édit., Biarritz. 1907 - 13.
51. LEVY J.-MICHEL-BER E. *Mécanisme de l'action de divers excitants ganglionnaires sur l'intestin isolé de rongeur*. Journ. Physiol. 1953 - **45** - 687-722.
52. LISSONDE. *Des eaux de Salies-de-Béarn*. Clèdes, édit., Salies-de-Béarn. 1899 - 137.
53. LOSTALOT P. (de). *Les maladies de l'enfance à Biarritz*. Soulé, édit., Biarritz. 1918 - 15.
54. LOTURE (de). *Allergologie spécifique et thalassothérapie à la lumière de travaux expérimentaux et de 600 observations. Une application possible : l'Institut marin de La Baule en Bretagne*. Thèse méd. Nantes. 1960.
55. MARSOO J. *Salies-de-Béarn et ses eaux chlorurées sodiques*. Masson, édit. Paris. 1936 - 80.
56. MERKLEN L. *Thermalisme social et cures des affections de l'enfance aux trois stations chlorurées sodiques du Doubs et du Jura. (Besançon-la-Mouillère, Salins-du-Jura, Lons-le-Saunier)*. Presse Therm. Clim. 1952 - **89** - 184-187.
57. MONLONG M.-L. *De la columnisation des eaux-mères en gynécologie*. Thèse méd. Bordeaux. 1953 - 50.
58. MOUREU C. *De la petite à la grande patrie*. Didier, édit., Paris. 1928.
59. MOUSQUES J. *La cure de Salies-de-Béarn en gynécologie*. Thèse méd. Bordeaux. 1946 - 50.

60. NITSCH K. *La balnéothérapie et les cures climatiques des enfants*. Deutscher Bäderverband E.V. Bonn. 1955 - 27.
61. PETIT R. *Action thérapeutique de Salies-de-Béarn contre l'évolution chronique des maladies*. Lecrosnier et Babé, édit., Paris. 1890 - 181.
62. PETIT R. *Les eaux-mères*. Ann. Soc. Hydr. Clim. Paris. 1902 - 7 - 215-222.
63. PIERRET R. *Indications des cures et des modes de traitements thermaux dans le lymphatisme*. Rapport des journées pédiatriques et thermales de Clermont-Ferrand. Imprimeries Réunies, Moulins. 1948 - 12.
64. POLONOVSKI M. *Les bases scientifiques de la thérapeutique thermale*. Ann. Inst. Hydr. 1949 - 20 - 78-95.
65. POUEY. *La station thermale de Dax*. Vielle, édit., Dax. (Date non mentionnée.)
66. REMY. *Les post-cures climatiques de la colonie sanitaire thermo-climatique de Lons-le-Saunier*. Imp. de Champagne, Langres. 1959 - 63.
67. REVEIL O.-DUMOULIN A. *Etudes de chimie de matière médicale et de thérapeutique des eaux de Salins (Jura)*. Asselin, édit., Paris. 1863 - 125.
68. ROUCHETTE J. *Contribution à l'étude de l'action thérapeutique des eaux chlorurées sodiques*. Thèse méd., Lyon. 1934.
69. SANTENOISE D. *Méthodes d'étude des mécanismes d'action des cures thermales*. Arch. Biol. Therm. Clim. 1956 - 1 - 11-136.
70. SANTENOISE D.-MERKLEN L. *Etude physiologique du mode d'action des eaux minérales sur la motricité intestinale*. Ann. Soc. Hydr. Clim. 1937-38 - 79 - 43-57.

71. SANTENOISE D.-MERKLEN L.-FRANCK C.-VIDACOVITCH M. et GRAND-PIERRE R. *L'étude physiologique de l'action des eaux minérales*. Ann. Inst. Hydr. 1945 - **15** - 121-135.
72. SANTENOISE D.-BIGET P.-GUENIN-HOGGART R.-ROCHE M. *Recherches sur les effets biologiques de la cure de Salins-du-Jura*. Presse Therm. Clim. 1951 - **88** - 94. (Résumé.)
73. SANTENOISE D.-GRAND-PIERRE R.-FONTAN M. *Méthodes d'étude de l'action des cures hydrominérales sur le système neurovégétatif*. Presse Therm. Clim. 1951 - **88** - 1-16.
74. SARDOU G. *Mer et Montagne*. III^e Congrès inter. de physiothérapie. 1910 - 15.
75. SERRES H. *Les richesses hydrologiques du département des Landes*. Labègue, édit. Dax. 1895 - 30.
76. SOLIER L. *Dax, station hydrominérale et climatique*. Thèse méd. Bordeaux. 1912 - 70.
77. STERN M. *Les eaux salées de Dax en pédiatrie*. La Journée du sel à Dax. Larrazat, édit., Dax. 1943 - 33-41.
78. TAILLANDIER J. *La balnéation chlorurée sodique aux thermes salins de Biarritz*. Thèse Pharm. Bordeaux. 1949 - 72.
79. THOMAS (Mlle). *Contribution à l'étude expérimentale de l'eau du Mont-Dore sur la motricité du myoneurone*. Ann. Soc. Hydr. Clim. Paris. 1936-37 - **78** - 157-170.
80. TOUPLAIN F. *Analyse générale des eaux*. Ch. Béranger, édit. Paris. 1922.
81. VIAUD P. *La thalassothérapie*. Thèse méd. Bordeaux. 1959.
82. VILLARET M.-JUSTIN-BESANÇON L. *Hydrologie expérimentale*. Masson, édit. 1933 - 270.
83. VILLARET M.-JUSTIN-BESANÇON L.-MARCOTTE A. *L'intestin isolé du lapin. Son emploi en hydrologie expérimentale*. Ann. Soc. Hydr. Clim. Paris. 1929-30 - **71** - 228-232.

84. VILLARET M.-JUSTIN-BESANÇON L.-MARCOTTE A. *Etude analytique des effets de quelques eaux minérales sur l'intestin isolé*. Ann. Soc. Hydr. Clim. Paris. 1929-30 - **71** - 233-237.
85. VILLARET M.-JUSTIN-BESANÇON L.-MARCOTTE A.-Mlle BERNHEIM. *Méthode générale d'études pharmaco-dynamiques de l'action des eaux minérales sur l'innervation végétative des muscles lisses (application à l'intestin isolé du lapin)*. Ann. Soc. Hydr. Clim. Paris. 1929-30 - **71** - 237-246.
86. VILLARET M.-JUSTIN-BESANÇON L. *Méthodes d'hydrologie expérimentale applicables à l'étude de l'action des eaux minérales sur le système nerveux végétatif*. Ann. Soc. Hydr. Clim. Paris. 1929-30 - **71** - 388-392.
-

TABLE DES MATIERES

	Pages
AVANT-PROPOS	13
CHAP. I ^{er} . — <i>Les eaux-mères : Définition et discussion sur ce</i>	
<i>terme</i>	15
Origine et aperçu hydrogéologique	15
Les eaux-mères et le thermalisme français	18
Propriétés chimiques	20
Propriétés physiologiques	24
Conclusion	29
CHAP. II. — <i>Etude de deux stations représentatives : Salies-</i>	
<i>de-Béarn et Salins-du-Jura</i>	33
SALIES-DE-BEARN :	
Historique	33
Composition chimique	37
Effets physiologiques	43
Indications thérapeutiques	47
SALINS-DU-JURA :	
Historique	54
Composition chimique	56
Propriétés physiologiques	60
Indications thérapeutiques	65
CONCLUSION	66

CHAP. III. — *Etude des eaux-mères de La Baule-en-Bretagne.* 69

Origine des eaux-mères de La Baule :

Les marais salants. Description 70

L'industrie du sel : Les eaux de lavage 77

Analyse chimique des eaux-mères et des eaux de lavage de La Baule 80

Etude pharmacodynamique des eaux-mères de La Baule :

Considérations générales 86

Mise en évidence de l'action des eaux-mères et des eaux de lavage sur l'intestin normal 93

Action antagoniste des eaux-mères sur l'intestin isolé vis-à-vis d'une excitation parasymphatique : acétylcholine 96

Action des eaux-mères sur l'intestin isolé excité par un stimulant « estimé » direct de la fibre lisse : le chlorure de baryum 100

Action des eaux-mères sur l'intestin isolé de cobaye, sous l'effet de l'histamine 103

Expérimentation conduite sur l'animal entier... 104

Essai d'interprétation des travaux expérimentaux sur l'organe isolé et de l'action des eaux-mères... 106

Possibilités d'utilisation des eaux-mères de La Baule dans le cadre de sa station bioclimatique... 114

CONCLUSION GENERALE 116

BIBLIOGRAPHIE 123
